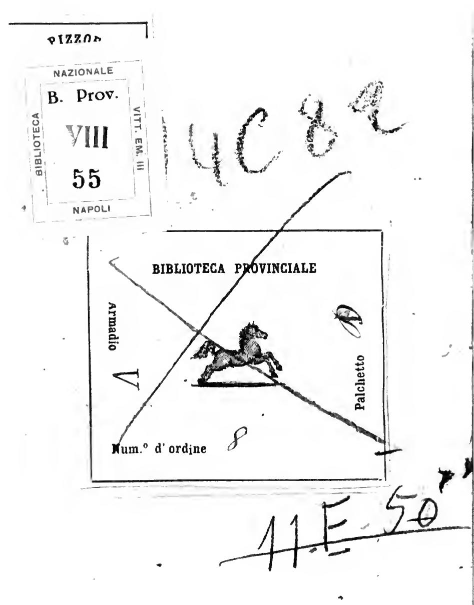



NAZIONALE
B. Prov.
VIII
55
BIBLIOTECA
VITT. EM. III
NAPOLI
BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio
Palchetto
Num.° d' ordine



MÉMOIRES

POUR SERVIR

A UNE DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

DE LA FRANCE.

IMPRIMERIE
DE MADAME HUZARD (NÉE VALLAT LA CHAPELLE),
rue de l'Éperon, n°. 7.

MÉMOIRES

POUR SERVIR

A UNE DESCRIPTION GÉOLOGIQUE
DE LA FRANCE,

RÉDIGÉS

PAR ORDRE DE MONSIEUR BECQUEY,

SOUS LA DIRECTION

DE M. BROCHANT DE VILLIERS,
Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines, etc.

PAR MM. DUFRÉNOY ET ÉLIE DE BEAUMONT,
Ingénieurs des Mines.

TOME PREMIER.

PARIS,
F.-G. LEVRAULT, Libraire, rue de la Harpe, n°. 81;
A STRASBOURG, rue des Juifs, n°. 33.

1830.

A

MONSIEUR BECQUEY,

MINISTRE D'ÉTAT,
EX-DIRECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES
ET DES MINES etc.

*C'est par ses ordres
et sous ses auspices
que la Carte géologique de la France
a été entreprise.*

*Hommage du respect et de
la reconnaissance*
DES AUTEURS.

AVERTISSEMENT

RELATIF AUX OBSERVATIONS SUR QUELQUES TERRAINS SECONDAIRES DU SYSTÈME DES VOSGES.

Ce travail a été inséré, en deux parties, dans les *Annales des Mines,* années 1827 et 1828, parmi les mémoires destinés à servir d'introduction à la Carte géologique de la France. Les observations qu'il renferme ont été faites pendant deux voyages exécutés, le premier, en 1821, dans toute l'étendue du système des Vosges et le second, en 1825, dans quelques parties seulement de la même contrée. L'ensemble des idées que j'expose aujourd'hui résulte par conséquent de ma première course, qui a été de beaucoup la plus longue : dès le commencement de l'année 1822, j'ai eu l'avantage de discuter mes observations avec M. Boué, dans la collection de qui j'ai vu alors, pour la première fois, des échantillons bien caractéri-

sés du muschelkalk de l'Allemagne : M. de Humboldt a eu la bonté de citer un de mes principaux résultats à la page 275 de son *Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux hémisphères*, imprimé pendant l'hiver de 1822 à 1823, plusieurs mois avant le voyage de MM. d'Oeynhausen, de Dechen et de la Roche, sur les deux rives du Rhin. Je suis donc fondé à espérer que si mon travail présente des traits généraux de ressemblance avec celui des géologues que je viens de citer, il ne résultera de là qu'une présomption d'exactitude en faveur de l'un et de l'autre. Du reste, les localités que je décris diffèrent généralement de celles qu'ils ont fait connaître, et toute mon ambition sera satisfaite si on trouve dans les détails de mes observations de quoi me justifier d'avoir songé à les publier après le savant ouvrage et la belle carte de MM. d'Oeynhausen, de Dechen et de la Roche.

L. ELIE DE BEAUMONT.

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES

SUR

LES DIFFÉRENTES FORMATIONS QUI, DANS LE SYSTÈME DES VOSGES, SÉPARENT LA FORMATION HOUILLÈRE DE CELLE DU LIAS ;

PAR M. L. ÉLIE DE BEAUMONT, Ingénieur des Mines.

INTRODUCTION.

§ 1. DANS l'étude de la constitution géologique d'un pays d'une certaine étendue, composé de plusieurs systèmes de montagnes et de plusieurs bassins distincts, il paraît convenable de s'occuper d'abord des terrains qui, s'étendant à de grandes distances, et franchissant les limites des systèmes de montagnes et des bassins hydrographiques sans changer sensiblement de caractères, fournissent, par-tout où ils se montrent, un point de repère assuré, et forment, suivant l'expression si heureusement introduite dans notre langue par un célèbre géologue, une sorte d'*horizon* (1), qui peut servir de point de départ pour Objet de ce mémoire.

(1) *Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux hémisphères* ; par M. Alexandre de Humboldt, page 16.

fixer l'ancienneté relative des couches situées au-dessus et au-dessous.

Dans l'est de la France les formations secondaires et certaines couches tertiaires offrent à l'observateur les avantages dont nous venons de parler, avantages qui paraissent au contraire refusés aux terrains primitifs et de transition. Le terrain houiller, le lias et les premières couches des dépôts tertiaires y présentent des horizons géognostiques très-nets, et qui s'observent très-aisément sur des étendues souvent considérables et en des points très-éloignés. Le muschelkalk, certaines couches du terrain oolithique, sur-tout celles qui divisent cette formation en trois étages distincts, et le terrain de grès vert et de craie présentent aux géologues le même secours.

C'est l'efficacité de ces secours qui nous a engagé à commencer l'étude, et par suite la description géologique des terrains de l'Est de la France par celle des formations secondaires et tertiaires qui s'y rencontrent.

Nous diviserons cette description en différens mémoires, dont chacun aura pour objet de faire connaître une ou plusieurs formations, considérées dans toute l'étendue d'une région naturelle, telle qu'un système de montagnes ou un bassin de rivière.

Nous nous occuperons dans celui-ci des diffé-

rentes formations qui, dans le système des Vosges, remplissent l'intervalle compris entre le terrain houiller et celui de lias, lesquels terrains y forment, l'un au-dessus de l'autre, deux étages bien distincts, ou deux horizons géognostiques parfaitement déterminés.

Pour rendre plus claire la description des caractères et de la position de ces formations, nous dirons, en passant, quelques mots sur le terrain houiller, qui leur sert de base et qui se montre en différens points des Vosges sur de petites étendues.

Mais, avant d'entrer en matière, nous croyons nécessaire de tracer un aperçu de la configuration générale des montagnes des Vosges, et de donner quelques détails sur la constitution des montagnes de transition, dont les flancs servent d'appui tant au terrain houiller qu'aux formations qui sont l'objet de ce mémoire.

§ 2. Le nom de Vosges, pris dans son acception la plus générale, désigne les montagnes qui s'élèvent dans la contrée comprise entre le cours du Rhin de *Bâle* à *Manheim*, et une ligne tirée de *Bourbonne-les-Bains* à *Kaiserslautern.* Ainsi défini, ce nom s'applique non-seulement aux montagnes de transition qui couvrent l'espace triangulaire compris entre Plombières, Massevaux et Schirmeck, et à celles de grès qui les en-

Sur les Vosges en général; leur étendue.

tourent, mais encore aux montagnes composées presque entièrement de grès, qui s'étendent de Schirmeck vers le Mont-Tonnerre, et qu'on distingue quelquefois en français sous le nom de Basses-Vosges, et en allemand sous le nom de *Hardt.* Il semblerait, au premier coup-d'œil, que ce second groupe pourrait être isolé du premier; mais comme les grès qui le composent forment aussi une partie des montagnes du groupe méridional, on est obligé de reconnaître qu'il n'existe véritablement aucune ligne de démarcation, soit physique, soit minéralogique, entre l'un et l'autre groupe, qui permette de donner au mot *Vosges*, dans un travail géologique, une acception moins générale que celle qui est indiquée ci-dessus.

Nous considérons comme faisant partie du système des Vosges non-seulement tous les terrains qui s'observent dans l'espace ci-dessus désigné, mais encore tous ceux qui, hors de cet espace, montrent par l'inclinaison de leurs couches qu'ils sont coordonnés aux pentes des montagnes des Vosges. Nous suivrons même ces terrains dans des points qui se trouvent réellement hors du système des Vosges, lorsque cela sera nécessaire pour bien fixer leur position géologique.

La contrée que nous avons indiquée comme renfermant les Vosges est loin d'être couverte de

montagnes dans toute son étendue. La partie orientale, qui forme le côté gauche de la vallée du Rhin, présente une plaine de plusieurs myriamètres de large, assez unie et peu élevée au-dessus de ce fleuve; tandis que du côté de l'ouest, la ligne tirée de Bourbonne-les-Bains à Kaiserslautern coupe, il est vrai, quelques cantons montueux, qui sont des rameaux des Vosges, mais traverse le plus souvent des plaines dont la surface, légèrement ondulée, s'élève en pente très-douce vers les montagnes.

Configuration extérieure des Vosges.

La plupart des cartes de France donnent une idée peu exacte de la configuration extérieure de ces contrées, en représentant les Vosges comme liées au Jura et à la Côte-d'Or par des chaînes de montagnes continues. Si le niveau des mers s'élevait de 3 à 400 mètres, les Vosges formeraient une île ou un archipel qui, très-étroit vers *Saverne*, aurait une largeur de 6 ou 8 myriamètres sous le parallèle de *Remiremont* et sous celui de *Bitche*.

La ligne qui joindrait de proche en proche les sommets les plus élevés des Vosges se composerait de deux parties à-peu-près rectilignes, formant entre elles un angle presque droit. La première s'étendrait du ballon d'Alsace, montagne située au nord de Giromagny, jusqu'à peu de distance du Mont-Tonnerre, sur une lon-

gueur de près de 25 myriamètres ; la seconde, beaucoup plus courte, se dirigerait du Ballon d'Alsace vers Plombières.

Le point le plus élevé des Vosges est le ballon de Gebweiller, situé à 2 myriamètres au nord-est du ballon d'Alsace, et hors des deux files principales de sommets qui partent de ce point central. Le ballon de Gebweiller s'élève à plus de 1400 mètres au-dessus de la mer. Le ballon d'Alsace n'atteint pas tout-à-fait cette hauteur.

La région la plus basse qu'on trouve dans le voisinage des Vosges est la vallée du Rhin; et comme en même temps la ligne de faîte principale est beaucoup plus rapprochée du bord de la région montueuse de ce côté que de l'autre, les Vosges présentent vers l'Alsace une pente beaucoup plus rapide que vers la Lorraine. A partir de la ligne menée de *Bourbonne-les-Bains* à *Kaiserslautern*, le terrain, abstraction faite des vallées qui le découpent, s'élève en pente douce jusqu'à la ligne de faîte : au contraire la plaine du Rhin est bordée dans toute sa longueur par une suite d'escarpemens et de pentes très-rapides, qui, considérés en masse, forment une sorte de grande falaise, qui s'étend sans interruption depuis la vallée de Thann jusqu'au-delà de Landau. Par suite de cette disposition, la ligne de partage des eaux entre le bassin du Rhin

et celui de la Moselle s'est trouvée repoussée à l'ouest de la ligne qui joint de proche en proche les plus hauts sommets, parce que les vallées ouvertes vers l'est se sont approfondies plus aisément que celles dirigées en sens opposé, à cause de la plus grande force érosive des eaux sur une pente plus rapide. Les premières sont plus profondes que les vallées correspondantes ouvertes vers l'ouest; et les routes qui conduisent d'Alsace en Lorraine, en traversant les Vosges, ont en général une pente bien plus rapide pour parvenir à leur point le plus haut, que lorsqu'elles redescendent ensuite pour atteindre le fond des vallées, dont les eaux coulent vers la Moselle.

En parcourant dans différentes directions le groupe de montagnes dont nous venons d'esquisser la configuration extérieure, l'œil le moins exercé ne tarde pas à y distinguer deux sortes de montagnes. Composition des Vosges.

Celles qui, dans la partie méridionale, se trouvent à-la-fois les plus centrales et les plus élevées présentent ordinairement des croupes et des cimes arrondies, dont l'aspect a de tout temps frappé les habitans, qui les ont appelées *Ballons*. Il est rare que les vallées les plus profondes y soient bordées de grands rochers et d'escarpemens considérables; et cela n'a jamais Montagnes de transition.

lieu que dans les parties formées de roches granitoïdes : encore arrive-t-il presque toujours que ces roches se décomposent assez facilement pour prendre des contours arrondis. Ces mêmes roches étant très-peu fendillées, les eaux sont obligées de couler à leur surface, ce qui produit un grand nombre de sources qui, en facilitant la crue et la conservation de diverses plantes propres aux lieux humides, ont occasionné la formation de dépôts tourbeux qu'on rencontre à toutes les hauteurs. Les montagnes composées de roches compactes ou schisteuses sont au contraire pénétrées, dans toutes les directions, de fentes très-multipliées, et présentent beaucoup moins de sources et de tourbières que celles formées de roches granitoïdes.

Les montagnes dont nous parlons présentent un grand nombre de roches cristallines qui se lient ou s'enchevêtrent avec des roches contenant des restes d'organisation, et dont plusieurs sont évidemment arénacées. Les unes et les autres paraissent devoir être regardées comme appartenant au terrain de transition; on y distingue des *gneiss*, des *granites*, des *syénites*, des *diabases*, des *porphyres rouges quarzifères*, des *porphyres pyroxéniques*, des *dolomies*, des *masses de fer oligiste*, des *euphotides*, des *serpentines*, des *schistes talqueux*, des *schistes argileux*, des *grau-*

wackes, des *amas d'anthracite*, des *calcaires saccharoïdes* et *compactes*, *etc.*

Ces roches de transition se montrent principalement dans l'espace triangulaire, dont les trois angles sont *Schirmeck*, *Plombières* et *Masseyaux*, et le couvrent presque en entier. Les plus hauts sommets des Vosges en sont composés. Hors de ce triangle, les mêmes roches ne se montrent qu'en un petit nombre de points. Elles forment près de *Beffort* une petite chaîne avancée, dont le Salbert est le sommet principal. Les vallées d'*Aillevillers*, de *Fontenois*, de *la Hutte*, de *Châtillon-sur-Saône*, et de *Bussières-les-Belmont* les mettent à découvert chacune en un point. Elles se montrent aussi à l'entrée des vallées de *Jægerthal*, d'*Erlenbach* et d'*Annweiler*, qui débouchent dans la plaine de l'Alsace, vis-à-vis de Haguenau, de Wissembourg et de Landau.

Dans la partie méridionale des Vosges, c'est-à-dire entre Plombières et le ballon d'Alsace, les couches des roches schisteuses et les plus grandes dimensions des masses non stratifiées sont dirigées le plus habituellement de l'Ouest 15° Nord à l'Est 15° Sud. Dans la partie située entre le *ballon d'Alsace* et *Schirmeck*, elles sont le plus souvent dirigées du N.-E. $\frac{1}{4}$ N. au S.-O. $\frac{1}{4}$ S., c'est-à-dire parallèlement à la partie prin-

cipale de la ligne de faîte. Les vallées semblent avoir une tendance constante à se diriger dans le sens de la direction moyenne de la stratification; l'inclinaison n'a rien de constant. J'ai cru remarquer qu'en général les roches granitoïdes forment des dômes allongés, dans le sens indiqué comme étant la direction moyenne de la stratification. Les roches schisteuses semblent se grouper autour de ces dômes; la direction de leur stratification est, en général, à-peu-près parallèle à celle de leurs flancs, quelles que soient les contorsions qu'elles présentent dans le sens de leur inclinaison. Les porphyres semblent former des filons plus ou moins larges, ou des masses irrégulières, qui traversent indifféremment toutes les autres roches, soit transversalement, soit parallèlement à la stratification, quand il y en a une.

J'ai vu des masses de porphyre rouge, contenant de gros grains de quarz hyalin en dodécaèdres imparfaits, se montrer au pied oriental du dôme de syénite, qui, formant le prolongement septentrional du Champ-du-Feu, sépare la vallée de Schirmeck de celle Grendellbruch; de même au pied oriental du dôme de syénite, qui sépare la vallée de Sainte-Marie-aux-Mines de celle de la Croix, et aussi au pied septentrional du ballon d'Alsace, près de Saint-Maurice. Si l'on monte la

seconde de ces montagnes, par l'ancienne route de Sainte-Marie-aux-Mines à Saint-Diey, on voit plusieurs filons de porphyre noir (amphibolique ou pyroxénique?) traverser la syénite. En montant de Saint-Maurice au ballon d'Alsace par la belle route qui le traverse, on voit plusieurs filons du même porphyre noir, au milieu du porphyre rouge quarzifère et de la syénite. Ces trois localités, et plusieurs autres présentant des dispositions analogues, mériteraient d'être examinées plus en détail. On pourrait espérer d'y faire des observations très-utiles pour éclaircir les idées que l'on peut se former des rôles divers que les roches granitoïdes, les porphyres rouges quarzifères et les porphyres noirs, ont joués dans la production des montagnes dont ils font aujourd'hui partie.

Je me bornerai, pour le moment, à ces notions générales sur les montagnes de transition des Vosges. N'ayant pu les visiter depuis l'année 1821, je dois attendre l'occasion d'un nouveau voyage pour publier le peu d'observations que j'ai pu faire sur les détails de la composition des diverses parties de ces montagnes que j'ai visitées(1). Il serait bien à désirer que M. Voltz,

(1) J'en ai inséré quelques-unes dans une notice sur les

ingénieur au Corps royal des Mines, en résidence à Strasbourg, fit jouir le public de celles que de fréquens voyages l'ont mis à même de faire dans ces montagnes depuis plusieurs années, et dont il a bien voulu me communiquer un grand nombre, avec toute la bienveillance qui le caractérise. On en trouve aussi de très-intéressantes dans l'ouvrage intitulé : *Geognostiche Umrisse der Rheinländer zwischen Basel und Mainz*, publié en 1825 par MM. d'OEynhausen, de Dechen et de la Roche, à la suite d'un voyage qu'ils ont fait dans ces contrées en 1823.

I. FORMATION DU GRÈS ROUGE.

Grès rouge des Vosges. Son étendue; sa stratification.

§ 3. Les trois côtés du triangle, que forme la masse principale des montagnes de transition des Vosges, sont bordés par des rangées plus ou moins continues de montagnes, d'un aspect entièrement différent, à lignes horizontales et à formes carrées, composées d'un grès quarzeux rougeâtre, connu sous le nom de *grès des Vosges*, qui, étant plus récent que le terrain houiller, fait déjà partie des formations auxquelles ce mémoire est spécialement consacré.

Sur le côté sud de ce triangle, la rangée des

mines de fer et les forges de Framont et de Rothau, insérée dans les *Annales des Mines*, t. VII, p. 521 (1822).

montagnes de grès est étroite et souvent interrompue; sur le côté de l'est, la zone de montagnes de grès n'est pas non plus entièrement continue. Profondément découpées par les vallées, ces montagnes présentent de tous côtés, et même vers la plaine du Rhin, des pentes très-rapides et des flancs escarpés. Sur le côté nord-ouest, au contraire, la bande de montagnes de grès est large et continue, et on voit le terrain de grès des Vosges s'abaisser en s'approchant de la plaine, sur les bords de laquelle il ne présente que de très-faibles escarpemens. Cette bande, après s'être réunie vers son extrémité septentrionale, à-peu-près sous le parallèle de Strasbourg, à la bande de l'est, se prolonge jusqu'au parallèle de Manheim; elle présente dans toute son étendue la forme d'un grand plateau d'une largeur variable et d'une hauteur à-peu-près uniforme, et constitue à elle seule toute la partie septentrionale de la chaîne des Vosges, dans laquelle les roches de transition ne se montrent plus qu'en un petit nombre de points isolés, situés au fond de quelques-unes des vallées qui découpent profondément le grand dépôt de grès. Les couches qui forment ce plateau, quoique horizontales pour l'œil qui ne les embrasse que sur une petite étendue, plongent insensiblement vers l'Ouest-Nord-Ouest, et se perdent sous les

formations plus récentes qui constituent les plaines ondulées de la Lorraine. Du côté de l'Alsace s'offrent, au contraire, comme on l'a déjà dit, des pentes rapides et souvent escarpées, une espèce de falaise, qui, commençant au nord de *Landau*, s'étend tout autour du bassin de Strasbourg jusqu'à la vallée de la Brusche, et se continue le long de la bande orientale de grès des Vosges jusqu'à *Gebweiller* et *Sultz*.

Cette longue falaise n'est interrompue que par des vallées étroites et profondes, qui, lorsqu'elles sont creusées en entier dans le grès, ne présentent presque jamais dans leur fond de rochers à découvert. Les courans d'eau ayant aisément attaqué cette roche, le creusement des vallées a presque complétement atteint la limite à laquelle l'action des eaux tend à la faire arriver. Un ruisseau y serpente sans bruit au milieu d'une prairie très-unie. Les deux pentes qui bordent les vallées présentent souvent à leur pied un talus de sable mêlé de blocs de grès, qui est fréquemment couronné par un escarpement assez abrupte. Cet escarpement présente rarement un plan vertical régulier : les diverses couches du grès, résistant inégalement à l'action de l'atmosphère, se sont plus ou moins dégradées, et se dessinent par des saillies ou des retraites plus ou moins grandes. On est frappé, à

l'aspect de ces escarpemens, de l'exacte horizontalité des couches et du peu de fissures verticales qu'elles présentent.

Lorsqu'une vallée se trouve bordée d'escarpemens des deux côtés à-la-fois, on remarque constamment que les couches saillantes et rentrantes se correspondent exactement de part et d'autre, et on ne peut douter que dans l'origine elles n'aient formé continuité. Très-souvent, à côté et en avant des escarpemens, on voit des rochers minces et verticaux, semblables à des pilastres grossièrement taillés, qui semblent avoir été laissés comme des preuves de l'ancienne continuité des couches qui constituent les deux escarpemens à travers le vide qui forme aujourd'hui la vallée. Le sommet des montagnes est souvent tout-à-fait arrondi; quelquefois aussi il est formé par des blocs amoncelés, composés des parties les plus solides du grès, qui atteignait antérieurement un niveau bien plus élevé, et dont les parties les moins agglutinées ont été entraînées par les eaux. Très-souvent aussi les différentes causes de dégradation, en arrondissant et abaissant le sommet, y ont laissé, comme un témoin de sa première hauteur, un rocher stable et taillé à pic, qui peut être comparé à ceux qui s'élèvent en avant des escarpemens. Les formes carrées de ces rochers, les lignes horizontales

qui s'y dessinent, leur donnent un aspect de ruines, qui s'allie assez heureusement à celui des vieux châteaux dont la plupart sont couronnés.

Sur les deux flancs d'une même vallée, et souvent sur toute l'étendue d'un même canton, toutes les montagnes de grès des Vosges s'élèvent à des hauteurs à-peu-près égales. Cette circonstance, jointe à celles de l'horizontalité presque parfaite de leurs couches, du petit nombre de fissures verticales qu'elles présentent, de l'existence de ces rochers hardis et souvent isolés, dont aucun n'est incliné, semble attester que, depuis le dépôt du grès des Vosges, ces montagnes n'ont pas éprouvé les effets de ces causes perturbatrices, qui, dans quelques autres chaînes de montagnes, et notamment dans toute l'étendue du système des Alpes, ont produit, à une époque postérieure même aux dépôts tertiaires, des dérangemens de stratification si frappans. Tout semblerait au contraire indiquer que l'action lente des eaux, agissant peut-être de préférence suivant quelques grandes fissures verticales, a taillé ces montagnes dans un grand dépôt arénacé, qui, étendu en forme de ceinture autour des montagnes de transition, se prolongeait vers le N.-N.-E. jusqu'au pied du Mont-Tonnerre.

Toutefois, s'il est évident que les terrains

des Vosges n'ont pas éprouvé de dislocation depuis le dépôt du grès rouge, il ne l'est pas également que les bases de ces montagnes soient restées depuis cette époque dans un état d'immuabilité complète. Lorsque je réfléchis aux causes qui ont pu produire l'espèce de falaise déjà indiquée comme terminant les Vosges du côté de la plaine de l'Alsace, et qui forme un des traits les plus proéminens de la configuration extérieure de ces contrées; lorsque je remarque que les dépôts de grès bigarré et de muschelkalk, à-peu-près également développés sur tout le pourtour des Vosges, ne s'élèvent pas aussi haut à l'Est de cette falaise que sur la pente opposée de la chaîne, et que dans les points de la plaine de l'Alsace où on les voit au pied de l'escarpement du grès des Vosges, leurs couches sont souvent inclinées, quelquefois même contournées d'une manière qui ne leur est pas ordinaire, je me demande si un état de choses si particulier ne pourrait pas être attribué à une grande fracture, à une *faille*, qui, à une époque postérieure au dépôt du muschelkalk, et peut-être beaucoup plus récente, se serait produite suivant la ligne qui forme actuellement le bord oriental de la région montueuse, et qui, sans occasionner une dislocation générale, aurait simplement fait naître la différence de niveau actuellement exis-

tante entre des points qui, lors du dépôt du muschelkalk, ont dû probablement se trouver à-peu-près à la même hauteur. L'examen de cette question, ou plutôt celui des faits qui me l'ont suggérée, me semblerait devoir présenter quelque intérêt, et j'espère qu'on me pardonnera d'avoir mis en avant une hypothèse un peu hasardée pour attirer sur eux l'attention des géologues qui visiteront ces intéressantes contrées.

Nature des roches du terrain de grès des Vosges.

§ 4. Le terrain dont nous venons de décrire la position et la stratification est, en général, composé, comme son nom l'indique, d'une roche arénacée ou grès, dont les caractères sont toujours à-peu-près les mêmes dans toute l'étendue de la chaîne. Cette roche est essentiellement formée de grains amorphes de quarz, dont la grosseur varie depuis celle d'un petit grain de millet jusqu'à celle d'un grain de chenevis; leur surface extérieure paraît souvent présenter des facettes cristallines, et réfléchit vivement les rayons du soleil. Elle est ordinairement recouverte d'un très-léger enduit coloré en rouge par du peroxide de fer, ou quelquefois en jaune par du fer hydraté; mais on reconnaît aisément qu'à l'intérieur ces grains de quarz sont incolores et translucides. Cet enduit ferrugineux contribue sans doute à faire adhérer les grains les uns aux autres; mais il ne paraît pas être la seule cause de cette adhé-

sion : car on voit des variétés de grès qui offrent à peine quelques traces de cet enduit ferrugineux, et dans lesquelles cependant les grains adhèrent très-fortement les uns aux autres, de manière à former presque une masse continue. Au reste ce cas se présente rarement ; et l'adhérence des grains est le plus souvent assez faible. La roche s'égrène aisément, et mérite parfaitement le nom de *pierre de sable* par lequel on la désigne souvent dans le pays. Au milieu des grains quarzeux on distingue ordinairement d'autres grains moins nombreux, d'un blanc mat, non translucides, plus anguleux et moins solides, qui paraissent des fragmens de cristaux de feldspath en décomposition. On distingue en outre dans quelques variétés, entre les grains de quarz, de très-petites masses d'argile blanche, qui ne sont probablement autre chose que les grains précédens dans un état encore plus complet de décomposition. Quelquefois aussi un petit nombre de paillettes de mica blanc sont dispersées irrégulièrement entre les grains. La couleur de ce grès, résultat de cet enduit, qui, comme nous l'avons dit, enveloppe et cimente ses grains, est le plus souvent un rouge de brique pâle, qui devient quelquefois très-foncé, et qui, dans d'autres cas, passe au rouge violet, au blanc ou au blanc jaunâtre ; quelquefois aussi la couleur est un jaune de rouille

passant au brun. Dans certains échantillons, on voit plusieurs de ces couleurs former des bandes parallèles, ou des taches. La variation de la couleur est souvent accompagnée d'une variation dans la solidité.

Il est aisé de s'assurer que la couleur n'est qu'appliquée sur la surface des grains; car, comme elle n'est jamais due qu'à de l'oxide rouge ou à de l'hydrate de fer, l'acide muriatique l'enlève aisément, et tous les grains restent incolores ou blancs.

J'ai trouvé dans un échantillon de ce grès, de la composition la plus ordinaire, plus de 0,95 de silice; le reste ne contenait probablement que de l'oxide de fer et de l'alumine.

On voit quelquefois dans des blocs de grès des Vosges, d'un grain et d'une couleur ordinaires, des portions arrondies de quelques millimètres de diamètre, colorées en brun jaunâtre par le fer hydraté, qui leur sert de ciment. Souvent ces parties cèdent plus aisément que la masse à l'action de l'atmosphère, et laissent à la surface des blocs des cavités hémisphériques; quelquefois aussi, étant plus résistantes, elles restent en saillie. Le même grès présente aussi très-souvent de petits filons de fer hydraté qui, de part et d'autre, se fondent dans la masse du grès qu'ils agglutinent. Ces filons sont, en gé-

néral, plus solides que le grès qui les entoure; on les voit se dessiner en arêtes saillantes sur la surface des blocs exposés à l'action destructive de l'atmosphère.

On observe très-souvent qu'un bloc de grès des Vosges paraît composé d'espèces de feuillets un peu courbes, dont la direction n'est pas, comme cela arrive le plus ordinairement, parallèle aux plans de séparation des couches, et n'est pas constante dans un même bloc. Ces espèces de feuillets se dessinent en présentant, de l'une de leurs surfaces à l'autre, de petites variations de nuances et de grains, qui se répètent périodiquement dans les feuillets successifs. Il ne résulte pas de là un véritable tissu schisteux; cependant, c'est suivant les surfaces de contact de ces espèces de feuillets que la roche se divise le plus aisément. Au reste, cette disposition, dont j'ai essayé de donner une idée dans la Pl. I, *fig.* 1, n'est pas particulière au grès des Vosges. On la retrouve dans toutes les formations de grès; par exemple, dans le grès houiller de Glascow, le grès rouge de l'île d'Arran, le *millstone-grit* de Sheffield, la mollasse de la Suisse, dans les formations oolithiques, et jusque dans les dépôts de sables d'alluvion. Elle paraît être une conséquence nécessaire du mode suivant lequel les eaux stratifient les dépôts arénacés.

Le grès des Vosges se divise naturellement en gros blocs, qui présentent grossièrement la forme d'un parallélipipède. Les joints de stratification, qui marquent la séparation des couches, sont le plus souvent éloignés d'un à 2 mètres, et les fissures perpendiculaires à ces joints le sont beaucoup plus. Les couches successives diffèrent les unes des autres par des nuances de couleur, par de petites différences dans le grain ou la cohésion, par la faculté plus ou moins grande de résister aux intempéries de l'air, et par l'absence, ou la présence, et l'abondance plus ou moins grande de galets d'une nature particulière, propres au grès des Vosges, et qui en font quelquefois un véritable poudingue à pâte de grès.

Galets quarzeux que renferme le grès des Vosges.

§ 5. Ces galets sont presque toujours quarzeux ; leur surface, toujours plus ou moins bien arrondie, présente quelquefois de petites facettes, qui réfléchissent vivement les rayons du soleil ; mais le plus souvent elle est très-unie. On ne voit pas que ces galets tendent à affecter une forme déterminée ; on en trouve rarement de très-plats ; quelquefois ils ont jusqu'à un décimètre de diamètre. Un grand nombre de ces galets sont formés d'un quarz gris rougeâtre ou blanc grisâtre, à cassure inégale, et très-souvent un peu grenue, renfermant fréquemment de pe-

tites paillettes de mica brun rougeâtre, et présentant quelques indices de structure schisteuse; on trouve aussi des galets de quarz rouge compacte. Les noyaux de quarz gris rougeâtre ou rouge présentent souvent des veines plus ou moins foncées. Un grand nombre sont traversés par des veines ou petits filons de quarz blanc. On trouve aussi très-fréquemment dans le grès des Vosges des galets de quarz très-blanc, ordinairement compacte, quelquefois grenu; ces derniers présentent quelques paillettes de mica brun-noirâtre. Les premiers offrent une cassure esquilleuse d'un blanc un peu laiteux; les uns et les autres sont translucides; on en voit qui, plus translucides, plus esquilleux et plus tenaces que les autres, ressemblent à du quarz néopètre (*hornstein*). On trouve aussi des galets de quarz noir compacte ou grenu, dont plusieurs sont traversés par de petits filons de quarz blanc, et contiennent des paillettes de mica; ils sont ordinairement plus petits et plus plats que les autres; enfin on trouve, dans ce même grès, des fragmens arrondis de roches d'un gris ou d'un jaune sale, un peu décomposées, qui, blanchissant et fondant un peu au chalumeau, paraissent être feldspathiques.

Les galets quarzeux que renferme le grès des Vosges présentent, comme ce grès lui-même,

des caractères assez semblables dans les diverses parties de la chaîne, et les principales variétés qu'on y observe se trouvent toujours à-peu-près dans les mêmes proportions. Ils sont tous pareils à ceux qu'on voit en Angleterre dans le vieux grès rouge et le nouveau grès rouge.

Près de la chapelle de Bourg-les-Monts, à un quart de lieue au N.-O. de Ronchamps (département de la Haute-Saône), le grès des Vosges m'a offert un grand nombre de galets quarzeux, analogues à ceux qu'on rencontre habituellement épars dans ce grès. Parmi ces galets, j'en ai remarqué plusieurs qui m'ont semblé jeter quelque jour sur l'origine de tous, origine qui avait paru équivoque à quelques géologues.

L'un de ces galets, grossièrement arrondi, et dans lequel on reconnaît encore beaucoup de traces de la structure parallélipipédique pseudo-régulière, que présentent souvent les fragmens dans lesquels se divisent naturellement les quarz schisteux de transition, est formé de plusieurs veines d'un quarz rougeâtre ou blanc-grisâtre, séparées par de petites veines un peu contournées de mica d'un gris bleuâtre ou d'un jaune passant au brun. Il est très-vraisemblable que ce caillou n'a été que faiblement soumis aux causes qui ont arrondi les autres; que s'il y avait été exposé plus long-temps, il se serait divisé en autant de

fragmens qu'il présente de veines amygdalines de quarz; et que chacune de ces veines, dépouillée de sa surface micacée et arrondie par le frottement, aurait produit un petit galet entièrement semblable à beaucoup de ceux qu'on trouve le plus communément dans le grès des Vosges.

Un autre galet de quarz blanc translucide, trouvé au même endroit et dont la surface est parfaitement arrondie, abstraction faite de beaucoup de petites facettes miroitantes qui lui donnent un aspect particulier de cristallinité, m'a présenté dans sa cassure plusieurs petites veines légèrement contournées de mica d'un jaune tirant au brun, qui montrent que ce galet avait fait partie d'une couche quarzeuse ou d'un rognon quarzeux empâté dans une masse stratifiée; et il est probable qu'il en est de même de tous les cailloux de quarz blanc translucide et souvent laiteux qu'on trouve dans le grès des Vosges. Ces galets ne doivent donc pas leur origine à une cristallisation particulière de quarz, mais à la destruction de roches stratifiées préexistantes. S'ils présentent souvent peu de traces de structure schisteuse, cela vient de ce que les parties d'une roche qui résistent le mieux aux chocs multipliés et à l'action usante du sable qui les réduisent à l'état de cailloux arrondis, sont nécessairement celles qui présentent le moins d'ap-

parence de disposition schisteuse ; c'est ce dont on peut aisément se convaincre en considérant les nombreux cailloux quarzeux qui couvrent la plaine de la Crau (Bouches-du-Rhône) et celle de la Côte-Saint-André (Isère), et qui proviennent en grande partie de la destruction des roches talqueuses éminemment schisteuses et des grès feuilletés des Alpes; et cependant ces cailloux n'ont pas été roulés, comme ceux des Vosges, au milieu d'un sable formé aux dix-neuf vingtièmes de grains anguleux de quarz. Les galets quarzeux, grisâtres ou rougeâtres du grès des Vosges, étant le plus souvent un peu grenus, et présentant tous les passages, depuis le quarz compacte à éclat gras, jusqu'à un conglomérat quarzeux incontestable, et les galets de quarz noir avec petits filons blancs présentant tous les caractères du kieselschiefer, on peut regarder comme très-probable que les cailloux quarzeux du grès des Vosges proviennent de la destruction de roches de transition, qui contenaient, soit en couches, soit en rognons, du kieselschiefer, du quarz blanc translucide, souvent laiteux, divisé par de petites veines micacées, et diverses variétés de quarz compacte également micacé, passant par nuances insensibles à un conglomérat quarzeux. On retrouve à-peu-près ces diverses variétés de quarz compacte et grenu dans les roches quarzeuses de

transition qui se montrent à Sierck, sur les bords de la Moselle, au-dessous du grès bigarré, roches qui, d'après les collections que m'a très-obligeamment montrées M. Seylod, directeur de l'Administration prussienne des mines à Sarrebruck, se reproduisent souvent parmi les couches de transition du Hundsruck, et qui peut-être ont jadis formé le sol du Palatinat, avant que les porphyres, les amygdaloïdes et les conglomérats qui les accompagnent, en occupassent la surface. On voit aussi parmi les roches de transition qui se montrent dans le département de la Haute-Saône, entre Estobon, Champey et Saulnot, un conglomérat quarzeux, dont les fragmens roulés par les eaux pourraient produire des galets fort analogues à ceux du grès des Vosges. Il est remarquable que, dans le même canton, on trouve aussi un porphyre feldspathique quarzifère et des dépôts de fer oligiste, qui pourraient bien avoir de grands rapports, l'un avec la production du conglomérat qui, ainsi que nous le verrons ci-après, forme la partie inférieure du grès des Vosges, et l'autre avec la production de l'oxide rouge de fer qui colore presque toutes les roches de cette formation.

Je ne dois pas omettre de remarquer qu'il n'existe pas une dégradation continue de grosseur et de caractères qui permette de regarder

les grains quarzeux du grès des Vosges comme étant la limite extrême des galets qu'il contient. Ces cailloux, essentiellement arrondis, paraissent au contraire former une classe bien distincte de celle des grains quarzeux essentiellement anguleux et d'apparence souvent cristalline, qui forment l'élément principal du grès; et ce que je viens de dire sur l'origine présumée des galets laisse tout-à-fait intacte la question de l'origine des petits grains quarzeux, qu'il serait peut-être très-hasardé de considérer comme provenant de la trituration de roches quarzeuses.

Absence de toute trace de débris organiques dans le grès des Vosges proprement dit.

§ 6. Je n'ai jamais vu dans le grès des Vosges le moindre débris d'êtres organisés, soit végétaux, soit animaux, ce qui est peut-être un motif pour penser que ses élémens ont été beaucoup moins long-temps en proie à l'agitation des eaux que ceux du grès bigarré proprement dit, dans lequel on trouve un assez grand nombre de débris d'organisation végétale et animale. Ne pourrait-on pas même en conclure que ses élémens se sont accumulés beaucoup plus rapidement qu'ils n'auraient pu le faire s'ils n'avaient dû leur origine qu'à l'action destructive des agens extérieurs sur les roches préexistantes?

Caractères particuliers que présentent quel-

§ 7. La description qu'on vient de lire se rapporte à la masse générale du grand dépôt arénacé des Vosges. Dans la partie inférieure de ce

dépôt, on trouve quelquefois des couches qui diffèrent très-sensiblement du reste de la masse, à laquelle elles se lient cependant par une dégradation presque insensible de caractères et par la continuité de la stratification; elles sont moins solides que les couches moyennes et supérieures; elles contiennent peu ou point de ces galets de quarz arrondis qui se font si généralement remarquer dans le reste de la formation du grès des Vosges. Leurs élémens sont en général plus grossiers, moins bien agglutinés et plus diversement colorés que dans le reste de la masse; souvent leur couleur rouge est plus foncée, et souvent aussi elles présentent des parties jaunes ou d'un gris bleuâtre. Certaines couches sont presque marneuses et présentent des strates fissiles et couvertes de paillettes de mica blanchâtre, qui rappellent le grès bigarré proprement dit, et qu'on n'observe pas dans les parties moyennes et supérieures du grès des Vosges; quelquefois ces couches argileuses présentent un grand nombre de cristaux de feldspath blanc et en décomposition, qui leur donnent un aspect pseudo-porphyrique. Certaines couches des plus inférieures passent à un conglomérat très-grossier et peu cohérent, formé de fragmens de porphyre et de roches anciennes. En général, cette partie inférieure du grès des Vosges a une grande ressemblance avec les cou- quefois les couches inférieures du grès des Vosges.

ches de grès auxquelles les mineurs allemands ont donné le nom de *rothe-todte-liegende ;* elles rappellent également le conglomérat rouge d'Exeter en Devonshire.

Ces couches particulières, qui paraissent manquer ou se réduire à peu de chose dans beaucoup de localités, se voient très-bien, et dans un grand développement, près de Ronchamps (Haute-Saône), aux environs de Villé (Bas-Rhin), aux environs de Bruyères et de Raon-l'Étape (Vosges), dans le pays de Sarrebruck, etc. Comme nous aurons occasion de revenir plus loin sur quelques-unes de ces localités, nous ne donnerons pas ici de plus amples détails sur les couches qui s'y observent.

Les parties inférieures du grès des Vosges paraissent se lier à des porphyres feldspathiques rouges quarzifères, et à des porphyres noirs très-remarquables, notamment aux environs de Raon-l'Étape, de Villé, de Sainte-Croix, de Saulnot, et probablement aussi dans le Palatinat ; mais je n'ai pu visiter qu'un petit nombre de ces localités, et trop rapidement pour être à même de décrire en ce moment les relations géologiques qui peuvent s'y observer. (Voyez l'ouvrage déjà cité de MM. d'Œynhausen, de Dechen et de la Roche.)

Position géologique

§ 8. Après avoir cherché à donner une idée du

grand dépôt de grès qui forme la ceinture de la partie méridionale des Vosges et la presque totalité de leur partie septentrionale, je vais tâcher de fixer sa position géologique ou le rang qu'il occupe dans la série des formations; je m'attacherai sur-tout ici à fixer ses relations par rapport aux formations plus anciennes, réservant, pour les parties de ce mémoire qui seront consacrées au grès bigarré, plusieurs des détails relatifs aux rapports et aux différences qui existent entre ce grès et le grès des Vosges. Je vais commencer par décrire plusieurs localités, dans lesquelles on aperçoit assez clairement les rapports de gisement du grès des Vosges avec le terrain houiller, qui se montre au pied des Vosges dans quelques cantons peu étendus.

du grès des Vosges.

Superposition du grès des Vosges au grès houiller à Ronchamps.

A la mine de houille de Ronchamps (Haute-Saône), il existe deux couches de houille *b b'* (Pl. I, *fig.* 2), dont la supérieure, qui est la seule exploitée, a 2 ou 3 mètres d'épaisseur. Ces deux couches sont supportées et séparées l'une de l'autre par un grès composé de débris de diverses roches en fragmens assez fins, agglutinés par un ciment grisâtre peu aboudant.

Tout le système plonge vers le Sud-Sud-Est, sous un angle d'environ 10°, c'est-à-dire à-peu-près parallèlement à la pente extérieure des montagnes de transition A, sur la base desquelles



il semble s'appuyer. La couche de houille exploitée n'est pas d'une très-bonne qualité; elle colle médiocrement et contient beaucoup de pyrites disséminées, qui y forment même quelquefois de gros rognons. Elle a pour toit une couche assez solide d'argile schisteuse d'un noir plus ou moins foncé, qui se sépare quelquefois en feuillets épais contournés, à surface luisante, et est alors assez dense, assez dure, et présente une cassure rubanée parallèlement aux surfaces de séparation, tandis qu'ailleurs elle se divise en feuillets plus minces, et présente des empreintes végétales analogues à celles qu'on trouve dans presque toutes les houillères, telles que fougères, equisetum, etc.

Au-dessus du point le plus bas, atteint par les travaux d'exploitation qu'on a conduits en s'enfonçant suivant la pente de la couche, on a ouvert, en 1821, un puits d'extraction, qui a percé, sur une hauteur de près de 100 mètres, toutes les couches qui recouvrent la houille. Au-dessus de l'argile schisteuse noire qui lui sert de toit, on a trouvé une argile solide, peu dure, à cassure unie, très-peu ou point schisteuse, non effervescente, assez pesante, renfermant un grand nombre de petites paillettes de mica blanchâtre. La partie inférieure de la couche, qui a plusieurs mètres d'épaisseur, est d'un

bleu verdâtre pâle avec taches amaranthes; la partie supérieure est d'un rouge amaranthe assez foncé avec taches bleuâtres. Cette roche terreuse, qui paraît former la première couche du grès rouge (*rothe-todte-liegende*), se montre au jour en plusieurs points des environs de la houillère, et s'élève isolément à une assez grande hauteur sur la pente des montagnes de transition.

Au-dessus de cette couche, on trouve dans le puits, suivant le rapport des ouvriers, une couche assez épaisse de poudingue, contenant des fragmens aplatis, de grosseur variable, de schiste argileux verdâtre, facile à rayer, et des fragmens de roches feldspathiques, ainsi que des cristaux de feldspath qui semblent provenir de la destruction de roches préexistantes. Le ciment est de couleur amaranthe, et paraît de même nature que la partie supérieure de la couche argileuse précédente. Au-dessus de ce poudingue, le puits traverse une couche d'argile amaranthe, et des couches successives de grès de divers grains et de terre rouge semblables à celles qu'on observe au jour sur les flancs des collines situées entre la houillère et la chapelle de Bourg-les-Monts; des ravins permettent d'y observer la succession des couches sur une grande hauteur. Au pied Nord Est de ces monticules, à peu de distance d'un point où on voit affleurer l'argile schisteuse

noire impressionnée, on trouve un grès verdâtre assez friable, qui paraît faire partie du poudingue mentionné plus haut. Il est immédiatement recouvert par une couche d'une argile amaranthe, un peu schisteuse, à surfaces de séparation luisantes, presque terreuse, et non effervescente. Cette couche argileuse présente de petites veines d'un poudingue semblable, par la forme et la nature des fragmens, ainsi que par le ciment qui les unit, à celui qu'on voit dans le bas du puits. La partie supérieure de cette même couche argileuse est d'un rouge plus vif qui approche de celui de l'oxide de fer, et présente des taches d'un bleu pâle; elle est immédiatement recouverte par une couche composée de fragmens anguleux de roches de transition, faiblement agglutinés par un ciment terreux rouge : on y remarque particulièrement des fragmens de schiste argileux et d'un porphyre à pâte de feldspath brun, à cristaux de feldspath blanc, et contenant des grains d'amphibole. Ce conglomérat est recouvert par un grès très-grossier, très-peu cohérent, de couleur variable, qui alterne avec des couches d'une argile d'un rouge ferrugineux très-foncé non effervescente. Une des variétés du grès est composée de petits fragmens de feldspath, de grains amorphes de quarz, de quelques fragmens anguleux de diverses ro-

ches, qui le rapprochent du conglomérat précédent, et d'un assez grand nombre de fragmens arrondis de schiste argileux verdâtre, qui lui donnent de l'analogie avec le poudingue qui se trouve à quelques mètres au-dessous. Le ciment, peu abondant, est d'un blanc rougeâtre, avec des taches d'un noir jaunâtre : on voit quelquefois dans ce grès des cristaux de feldspath. L'argile, qui en quelques points prend une teinte violette, empâte quelquefois de petits grains de diverses natures; ce qui forme un passage au grès. On y trouve assez souvent des cristaux de feldspath blanc en décomposition et des fragmens arrondis, analogues à ceux du poudingue précédent. Ces argiles présentent aussi fréquemment des taches circulaires d'un bleu très clair. La pente générale de ces couches est à-peu-près parallèle à celle des couches du terrain houiller.

A mesure qu'on s'élève, le grès prend un grain plus fin et devient plus solide. Les fragmens anguleux disparaissent, mais il ne prend pas encore un aspect identique avec celui du grès des Vosges ordinaire; il conserve quelque chose de plus terreux et de plus grossier. Quelquefois un même morceau contient des veines assez fines et d'autres très-grossières; celles-ci présentent toujours un mélange de petits fragmens mal arrondis de quarz et de feldspath en décomposi-

tion. Dans quelques parties qui forment des taches irrégulières, le ciment devient noirâtre et les grains adhèrent très-faiblement. La couleur noire de ces taches est probablement due à l'oxide de manganèse. Ces taches noires se présentent aussi dans des échantillons à grain très-fin et sont alors très-petites. Ce même grès présente des taches circulaires blanchâtres ou d'un bleu clair; on y trouve des strates chargées de paillettes de mica blanchâtres, parallèles à la stratification, qui les rendent assez fissiles et leur donnent de l'analogie avec les grès des parties supérieures du terrain de grès bigarré; mais c'est un accident rare dans la formation dont nous parlons en ce moment. En comparant les collections faites sur les couches que je viens de décrire avec celles qui ont été rapportées d'Allemagne, il m'a semblé qu'elles ont la plus grande analogie avec le grès rouge proprement dit (*rothe-todte-liegende*); tel qu'il se montre en Thuringe. Elles n'ont pas moins de ressemblance avec le conglomérat rouge des environs d'Exeter, en Angleterre, dont M. Buckland a depuis long-temps fait ressortir les rapports avec le véritable grès rouge des géologues allemands. Les couches que j'ai décrites ci-dessus peuvent encore s'observer très-commodément sur la pente sud-est des mêmes collines, dans la direction de *Ron-*

champs à la *chapelle de Bourg-les-Monts*. Dans les ravins qui sillonnent cette pente à diverses hauteurs, j'ai particulièrement remarqué une grande épaisseur de couches argileuses rouges amaranthes, ou bigarrées de rouge et de gris bleuâtre. Vers le milieu de la montagne, on voit ces couches alterner avec diverses couches de grès rouges peu solides, parmi lesquels j'en ai remarqué un à grain fin, d'un aspect terreux, présentant une multitude de petites taches noires, dues à de l'oxide de manganèse, qui le rapprochent de certaines couches qu'on voit, aux environs de Sarrebruck, reposer presque immédiatement sur le terrain houiller. J'y ai aussi trouvé un grès analogue au précédent, et, comme lui, tacheté de manganèse, qui m'a paru remarquable, en ce qu'outre de petits fragmens irréguliers de quarz et de roches feldspathiques en décomposition, qui sont les élémens essentiels du grès des Vosges, on y trouve des fragmens anguleux et bien distincts de porphyre feldspathique, d'un rouge violacé, qui le rapproche des couches de conglomérat les plus basses et les mieux caractérisées du grès rouge (*rothe-todte-liegende*).

La chapelle de Bourg-les-Monts, Pl. I, *fig.* 2, est bâtie sur un sommet isolé, qui domine tous les points voisins, et qui est formé de couches

presque horizontales et légèrement inclinées au Sud-Ouest, de grès des Vosges, parfaitement caractérisé, contenant un grand nombre de galets quarzeux, et conforme en tous points à la description générale donnée plus haut. Sur la pente Sud-Est de la montagne, on trouve des carrières et des parties éboulées, où on peut voir et toucher la superposition immédiate de la première couche de grès des Vosges proprement dit, sur la plus élevée des couches alternatives d'argiles rouges et de grès rouges peu solides, qui forment le corps de la montagne.

La stratification du grès des Vosges est parallèle à celles de ces dernières couches qui paraissent se lier avec lui par l'intermédiaire de plusieurs des couches de grès qui s'y trouvent comprises, et dont les plus élevées renferment déjà à-peu-près les mêmes élémens que le grès des Vosges, agglutinés par un ciment plus abondant. Ainsi le grès des Vosges repose incontestablement sur les conglomérats rouges qui paraissent être les équivalens exacts des couches connues en Allemagne sous le nom de grès rouge (*rothetodte-liegende*), et il semble former la partie supérieure de cette formation.

Le sol de la dépression que laissent entre elles les Vosges et les petites montagnes de transition qui s'étendent, par le Salbert, d'Aujouté vers Es-

tobon et les bois de Saulnot, est presque entièrement formé par les couches alternatives de grès grossier peu solide, et d'argile rouge, que je viens de signaler comme représentant proprement le grès rouge. Comme ces couches sont très-peu cohérentes, le terrain est presque toujours très-raviné, pour peu qu'il s'élève au-dessus des cours d'eau. Le terrain houiller paraît exister en plusieurs points au-dessous de ce dépôt. De nombreux travaux de recherches l'ont atteint aux environs de *Romagny*, d'*Estufon* et de *Grosmagny*; mais par-tout il s'est trouvé pauvre en houille et dans un état de dislocation très-défavorable aux travaux.

L'espèce de bassin dont nous venons de parler se trouve limitée au Sud-Ouest, par une ligne de montagnes de grès des Vosges, qui s'étend de la *chapelle de Bourg-les-Monts* au *vieux château d'Estobon*, et au-delà. L'escarpement de ces montagnes est tourné vers le bassin en question, et la partie inférieure de leurs pentes présente, sur une grande épaisseur, des couches marneuses et des couches friables d'un grain grossier, qui forment la partie inférieure de la formation du grès des Vosges. Parmi ces couches, on en trouve dont les fissures de stratification sont fortement chargées de mica. On y remarque aussi de petites couches ou des veines dont le ciment amaranthe

ou bleuâtre est calcaire; ou du moins fortement effervescent.

En résumé, les environs du village de Ronchamps montrent, dans un grand développement, un grès rouge qui paraît être l'équivalent exact du *rothe-todte-liegende* des Allemands. Ce dépôt recouvre incontestablement le terrain houiller, et est recouvert par le grès des Vosges proprement dit, dont il n'est qu'une modification.

Environs de St.-Hippolyte, de Villé, etc.

§ 9. Sur la pente orientale des Vosges, près des limites des départemens du Haut et du Bas-Rhin, on voit aux environs de Saint-Hippolyte, de Sainte-Croix et de Villé, différens affleuremens de terrain houiller, bien caractérisés par la présence de petites couches de houille en exploitation et par de nombreuses empreintes de fougères, d'équisetum, etc., qui fournissent de nombreuses occasions de constater les rapports de gisement de ce terrain et du grès des Vosges. Comme à Ronchamps, ce dernier terrain est constamment supérieur au terrain houiller, et ses premières couches présentent un conglomérat très-grossier, formé de débris de porphyre et de diverses autres roches, agglutinés par un ciment rouge ou taché de noir par le manganèse, et des argiles fortement colorées par l'oxide rouge de fer. C'est sur cette base, si analogue au véritable

grès rouge des Allemands, que repose encore dans ce canton le grès des Vosges proprement dit.

A Saint-Hippolyte, on exploite une couche de houille dont l'épaisseur n'est que de quelques pouces, et qui passe quelquefois à l'état terreux; elle est tourmentée par un grand nombre de plis, et traversée de failles nombreuses.

Les ouvriers regardent ces failles comme étant le prolongement des filons, remplis en partie de baryte sulfatée et de galène, qui traversent le granite, sur lequel repose ce dépôt houiller. L'ensemble de la couche est peu incliné. En quelques points, elle est divisée en plusieurs parties par des veines d'argile schisteuse ou de grès houiller; elle repose sur un grès, souvent imprégné de matière charbonneuse, assez bien agglutiné, à grain plus ou moins gros, composé de cristaux de feldspath et de grains de quarz, qui semblent provenir de la désagrégation presque immédiate du granite sur lequel il repose, et dont il renferme des fragmens : ce grès rentre, par sa composition, dans la classe des agrégats, auxquels M. Brongniart a donné le nom d'*arkose*, et se rapporte par sa position à la première de ses trois classes d'arkoses. On observe une sorte de passage graduel et insensible du granite à cette roche, et il est réellement impossible de marquer la limite à laquelle finit le granite et

commence l'arkose. Ce phénomène, digne d'attention à plusieurs égards, s'observe très-bien dans la galerie d'écoulement de la mine, dont l'entrée est dans le granite, et qui va joindre la couche de houille. Il m'a été indiqué par M. Voltz, ingénieur des mines à Strasbourg, qui l'avait consigné, ainsi que beaucoup d'autres faits géologiques découverts par lui, dans un Itinéraire qu'il avait rédigé dès l'année 1820, pour faciliter les courses géologiques des élèves ingénieurs des mines dans cette partie de la France, et dont j'ai été assez heureux pour pouvoir profiter.

La couche de houille de Saint-Hippolyte a pour toit, comme celle de Ronchamps, une argile schisteuse noire. Suivant le rapport du maître-mineur, on a traversé, il y a quelques années, cette argile schisteuse par des travaux de recherches. La galerie atteignit un grès rouge peu cohérent, d'où il s'écoula une grande quantité d'eau qui remplit de sable et de débris une grande partie de la houillère; ce qui semble établir que le terrain houiller de Saint-Hippolyte est immédiatement recouvert par un grès incohérent, analogue à celui qui forme une partie des couches qui reposent sur le terrain houiller de Ronchamps, et aux couches friables, qui, en beaucoup de lieux, forment la partie inférieure du grès des Vosges.

Verticalement au-dessus des travaux d'exploitation de la houillère, se trouve un monticule dans lequel on a ouvert deux carrières, qui présentent diverses couches de grès et d'argiles rouges ou amaranthes, tachées de gris bleuâtre, et parsemées de paillettes de mica blanc parallèles à la stratification. Ces caractères se rapportent très bien à ceux que présentent les premières couches solides du grès des Vosges, celles qui succèdent immédiatement aux couches grossières et friables de la partie inférieure. Les couches argileuses micacées montrent que ce système de couches tient encore de près à la partie inférieure, tandis que les couches de grès avec lesquelles elles alternent présentent déjà presque complétement les caractères du grès des Vosges ordinaire, qui, dans les environs, prend un grand développement, et forme plusieurs montagnes assez élevées.

On voit que les circonstances observées à Ronchamps ne sont pas particulières à cette localité. Nous venons de les retrouver sur la pente orientale des Vosges, et nous allons les voir reparaître dans les environs de Sarrebruck, qui, à proprement parler, se trouvent déjà hors du système des Vosges.

§ 10. Le terrain houiller des environs de Sarrebruck se montre au jour sur une étendue assez Environs de Sarrebruck.

considérable, et les caractères qu'il présente généralement y sont très-bien développés. Il est composé de couches alternatives et nombreuses de grès, qui prend quelquefois les caractères d'un poudingue et d'une argile schisteuse, contenant quelquefois des rognons de fer carbonaté et de houille. Le grès, l'argile schisteuse et les rognons de fer carbonaté présentent souvent de belles impressions végétales (fougères, équisetum, etc.); l'argile schisteuse est quelquefois parsemée d'une très grande quantité de petites parties pyriteuses, et est alors exploitée comme schiste alumineux. Les couches houillères sont immédiatement recouvertes par un grès rouge friable, analogue à celui qui, en divers autres lieux, notamment près de Bruyères (département des Vosges), forme les couches inférieures de la formation du grès des Vosges. Si, dans les environs de Sarrebruck, on examine avec soin les diverses couches de cette formation, en s'élevant progressivement de bas en haut, on voit le sable presque incohérent des parties inférieures passer à un grès tout pareil à celui qui domine dans le grand dépôt arénacé des Vosges.

La superposition des couches friables inférieures du grès des Vosges sur le terrain houiller de Sarrebruck s'observe en plusieurs points avec la plus grande évidence.

Le hameau de Schönecken, situé sur l'extrême frontière du territoire français, à une lieue Ouest-Nord-Ouest de Sarrebruck, est bâti sur les couches friables inférieures du grès des Vosges. Ces couches se montrent au jour notamment dans le ravin situé au nord de ce hameau, et les petits filons ferrugineux dont elles y sont traversées prouvent que, quoique presque incohérentes, elles sont en place. On les voit aussi très-bien sur le chemin de Schönecken, à la fontaine située sur la frontière même, et on y trouve, en ce dernier point, un banc de poudingue, principalement à noyaux quarzeux. Dans le hameau de Schönecken, on a ouvert un puits pour atteindre les couches de houille, qui, se montrant au jour sur le territoire prussien, plongent de manière à venir passer au-dessous de ce hameau. Les déblais retirés de ce puits paraissent provenir tous du grès rouge, et les nombreux petits filons ferrugineux qu'il renferme attestent qu'il est en place. Les travaux de l'approfondissement de ce puits ayant été suspendus pendant quelque temps, on y a percé un trou de sonde, qui a atteint le terrain houiller et traversé plusieurs petites couches de houille. Il est donc démontré que le grès rouge de Schönecken repose sur le terrain houiller.

Le village de Gersweiler, situé plus à l'Est sur

la rive gauche de la Sarre, est bâti au-dessus d'un massif de houille, qu'on a eu soin de réserver dans les travaux d'exploitation de la mine qui porte ce nom, pour préserver les habitations de tout accident. Dans la partie supérieure du village, une fouille creusée pour la fondation d'une maison a mis à découvert le grès rouge, qui en ce point se trouve évidemment au-dessus du terrain houiller. Plus haut et plus au Sud, un puits d'airage de la mine a traversé le grès rouge friable avant de parvenir au terrain houiller.

Dans le vallon, ou plutôt le grand ravin qui se trouve au midi de Gersweiler, on voit le grès des Vosges, en place et souvent assez solide, presque jusqu'au niveau de la Sarre. Il est probable qu'il a fait corps autrefois avec les couches de grès des Vosges, qui forment des rochers de l'autre côté de la rivière, dans le village de Burbach.

La route de Sarrebruck à Lebach se trouve constamment sur le grès des Vosges, depuis Sarrebruck jusqu'au sommet de la première côte dans la forêt du prince de Nassau, excepté peut-être dans l'endroit où elle traverse des prés, à la hauteur des Tuileries. On voit le grès à chaque instant, et quoiqu'il soit souvent friable, de nombreux petits filons ferrugineux montrent qu'il est en place : il en est ainsi, notamment

de celui qu'on observe dans les fossés de la partie de la route qui monte dans les bois ; et à moins de failles ou de contournemens des plus bizarres, cette partie doit se trouver placée sur les tranches des couches houillères.

Un peu au Sud de la Tuilerie, située à gauche de la route, le grès des Vosges se voit en place dans un ravin. A la Tuilerie même, on a ouvert un puits de 77 pieds de profondeur pour avoir de l'eau. Ce puits a d'abord traversé du grès rouge, en partie parsemé de taches noires de manganèse, friable, mais assez solide en masse pour se soutenir sans boisage ; on a trouvé ensuite du sable incohérent, puis de nouveaux bancs de grès rouge, et on est entré à la fin dans les argiles schisteuses et les grès à grain fin, bleuâtres et rougeâtres de la partie supérieure du terrain houiller. De là, au point où la route atteint le sommet de la première côte dans le bois, on ne voit que des indices de grès rouge ; le sol est couvert de fragmens de petits filons ferrugineux.

A droite de la route, dans les prés, on exploite, comme terre à brique, une argile grise analogue au *fire clay* des Anglais, et qui paraît faire partie du terrain houiller. Plus au nord, tout près de là, sur la lisière du bois, on exploite une argile bleuâtre et rougeâtre, qui contient des rognons de fer carbonaté lithoïde. En se dirigeant

de ce point vers l'Est-Nord-Est, ou entre complétement dans le terrain houiller de la Russhütte. En se dirigeant à l'Est, on rencontre un ravin, qui, prenant naissance vers la briqueterie de droite, va tomber dans le ruisseau de la Russhütte, et fait voir une longue série de couches de grès à grain fin bleuâtre et d'argile schisteuse bleuâtre et rougeâtre, noire et grise (*fire clay*), qui se dirigent de l'Ouest-Nord-Ouest à l'Est-Sud-Est, et plongent de 15 à 20° au Sud-Sud-Ouest. Un peu plus bas que l'embouchure du ravin, on trouve le grès houiller et l'argile schisteuse ordinaire avec empreintes, dirigés du N.-O. au S.-E., et plongeant de 20° au Sud-Ouest. Plus bas encore, on retrouve les argiles schisteuses de diverses couleurs dirigées de l'Est-Sud-Est à l'Ouest-Nord-Ouest, et environ cent pas plus loin, un peu au-dessus du ruisseau, on voit commencer le grès des Vosges. La couche la plus basse et la plus voisiue du terrain houiller est un grès sans galets, peu dur, rouge, parsemé de petites taches noires dues à de l'oxide de manganèse. Au-dessus, ou trouve un poudingue contenant des galets assez gros et très-multipliés; on passe ensuite peu à peu au grès des Vosges le plus ordinaire.

Si on traverse les restes du vieux château situé entre la Russhütte et Mohlstadt, et qu'on monte dans le bois qui le domine, on retrouve les argiles

schisteuses de diverses couleurs, dirigées et inclinées comme ci-dessus.

En avançant sur le coteau à gauche du ruisseau, on ne tarde pas à trouver le grès des Vosges, peu solide, mais en place. Cette portion est probablement inférieure au poudingue et même au grès tacheté de l'autre rive.

On voit ainsi, à peu de distance du grès des Vosges, une trop grande épaisseur de couches houillères dont l'inclinaison plonge vers lui, pour qu'on puisse croire qu'elles se relèvent; on doit donc en conclure qu'avant d'y arriver, elles plongent au-dessous, à moins qu'il n'y ait une faille; mais cette dernière idée est détruite par l'observation du puits de la Tuilerie : ainsi, tout le long de la ligne formée par les points cités plus haut, le grès des Vosges recouvre le grès houiller, et il le recouvre à stratification discordante.

A un quart de lieue de Sarrebruck, sur la route de Duttweiler, on voit à droite plusieurs carrières de pierres à bâtir et de pierres de taille, dans un grès des Vosges peu dur, avec peu de galets. Plus loin, sur la droite de la vallée, on trouve des rochers de grès des Vosges en couches très-solides, et plongeant très-sensiblement vers le sud. On voit ensuite çà et là des rochers du même grès, jusqu'à un rétrécissement de la vallée, où commencent à se montrer les couches

houillères, formées de grès houiller à gros grains, de grès houiller à petits grains et d'argile schisteuse de diverses couleurs, dirigées vers le nord magnétique et plongeant à l'Est. Si on monte sur la tranche de ces couches et qu'on traverse la route, on trouve une carrière qui présente, dans la partie la plus voisine des couches houillères, du sable et des galets de diverses natures, et particulièrement de grès houiller à grain fin, faiblement agglutinés et traversés par des petits filons ferrugineux. A une plus grande distance des couches houillères et un peu plus haut, se présente un sable rouge faiblement agglutiné, avec petits filons ferrugineux. Un monticule, en partie planté de pins, et situé un peu plus au Sud, paraît composé jusqu'en haut de grès des Vosges avec petits filons ferrugineux, mais pas assez solide pour former des rochers. Au pied Sud-Ouest de ce monticule, au bord de la route, on voit des rochers de grès des Vosges solide, dont les couches plongent de 10 à 15 degrés vers le Sud ou le Sud-Sud-Est, et qui recouvrent tout ce qui précède; leur stratification est en discordance complète avec celle du terrain houiller. En suivant la route de Duttweiler, on voit très-souvent les couches houillères changer de direction et d'inclinaison.

Sur la gauche de la vallée, en face de la forge

et du fourneau situés au-dessous de Duttweiler, un monticule, qui a pour base les couches diversement colorées du terrain houiller, est environné par le grès des Vosges, qui consiste en un sable rouge faiblement agglutiné, traversé par de petits filons ferrugineux en très-grand nombre. De là, au sommet de la montagne, à une demi-lieue Sud-Est de Duttweiler, on marche sur le grès des Vosges, le plus souvent très-bien caractérisé, et qui, au sommet, présente de petits filons ferrugineux.

De là au Kaninchenberg, en passant par Goffontaine, on marche toujours dans le grès des Vosges, excepté à l'embranchement de la route de Bichmisheim, où on traverse une espèce de golfe rempli de grès bigarré, couronné par le muschelkalk, qui paraît entrer à stratification très - brusquement discontinue dans le massif de grès des Vosges. Le grès du Kaninchenberg est pénétré de petits filons ferrugineux, et on rencontre vers le sommet des carrières de pierres de taille. Vers Goffontaine, la route de Francfort est entretenue uniquement avec des fragmens de ces petits filons ferrugineux.

En résumé, depuis Schœnecken jusqu'à Duttweiler, on voit, en un grand nombre de points, le bord du grès des Vosges reposer plus ou moins distinctement sur le grès houiller. Les couches

du premier plongent en général sous un angle assez faible vers le Sud-Sud-Est, de manière à être parallèles à la surface extérieure du terrain houiller, mais en stratification discordante avec ses couches.

Entre Sarrebruck et Gersweiller, on voit à la gauche du chemin, sur la rive gauche de la Sarre, un escarpement qui met à découvert des couches alternatives de houille, d'argile schisteuse et de grès houiller, *a*, Pl. I, *fig.* 3. Ces deux dernières roches sont bleuâtres ou rougeâtres. Toutes les couches présentent des ondulations dans divers sens, mais leur plongement général paraît être vers le Nord-Ouest, c'est-à-dire vers Gersweiller. En montant au-dessus de cet escarpement, on trouve en place, en *b*, un grès assez solide, en couches horizontales, ou légèrement inclinées au Sud-Sud-Est, qui repose sur la tranche des couches houillères, *a*, et paraît appartenir à la partie inférieure du grès des Vosges. On y voit en grand nombre les petits filons ferrugineux qui, sur-tout dans cette contrée, forment un des caractères distinctifs de cette formation. La première couche présente un grès à petits grains, sans galets, parsemé de petites taches noires dont la couleur est due à de l'oxide de manganèse. La seconde couche est formée d'un poudingue assez grossier, quelquefois peu solide,

dans lequel on reconnaît des galets de *grès houiller*. Ces couches paraissent s'enfoncer sous les couches de grès friable, à grain fin, contenant peu de galets, et présentant des veines argileuses rouges et bleuâtres micacées, dont est formé le sol de la petite vallée qui débouche dans la Sarre, au-dessous de Sarrebruck, sur la rive gauche de cette rivière, et dans laquelle se trouvent les étangs du *Deutsch mühl* et du *Sensenwerck*. Dans la partie supérieure de cette vallée, on a fait autrefois, à travers le grès friable dont nous parlons, un sondage qui a pénétré jusqu'à la houille. Ces couches friables s'enfoncent à leur tour sous celles qui constituent les rochers auxquels est adossée la manufacture dite le *Sensenwerck*. Ces rochers, dans lesquels il a existé une carrière de pierres de taille, présentent les variétés de roches et les accidens les plus ordinaires dans le grès des Vosges. On y remarque un grand nombre de ces galets de quarz gris, rougeâtre et blanc, qui se montrent si constamment dans cette formation, et beaucoup de ces petits filons de fer hydraté, qui forment aussi un de ses caractères. Ces couches, qui plongent légèrement au Sud-Sud-Est, forment les premières assises d'une masse assez considérable *C* du même grès, qui forme les parties supérieures des montagnes des environs de Sarrebruck, montagnes qui ne sont pas pré-

cisément partie des Vosges, mais qui s'y rattachent immédiatement par une chaîne continue, composée du même grès, laquelle, se dirigeant de Sarrebruck vers l'Ouest-Nord-Ouest, se réunit entre Kaiserslautern et Pyrmasens, à la partie septentrionale des Vosges, qui est elle-même composée presque uniquement du grès dont nous parlons.

§ 11. On voit, par les détails qui précèdent, que le grand dépôt arénacé rouge, qui sert de ceinture aux montagnes de transition des Vosges, repose d'une manière incontestable, mais à stratification discordante, sur le terrain houiller, et que les couches inférieures de ce dépôt ressemblent d'une manière frappante au grès rouge proprement dit (*rothe todte liegende*), tandis que les couches supérieures, auxquelles s'applique plus spécialement le nom de *grès des Vosges*, quoique parallèles aux premières, auxquelles elles se lient par un passage insensible, présentent des caractères minéralogiques, qui, ainsi qu'on a pu en juger par la description, et comme on le fera voir de nouveau dans la suite, les rapprochent beaucoup du grès bigarré (*bunter sandstein*).

D'un autre côté, dans beaucoup de localités que j'aurai occasion de décrire dans la suite de ce mémoire, le dépôt de grès qui supporte im-

médiatement le muschelkalk, et qui, sans aucun doute, fait partie du grès bigarré, paraît reposer à stratification discordante sur le grès des Vosges, et semble n'avoir commencé à se déposer qu'après que la surface de ce dernier avait subi des dégradations considérables. D'après cela, le grès des Vosges, qui, par ses caractères minéralogiques, semble former la transition du grès rouge au grès bigarré, paraîtrait se rattacher uniquement au grès rouge par les circonstances de son gisement.

La question serait décidée d'une manière péremptoire si on trouvait en connexion avec le grès des Vosges quelques couches calcaires qu'on pût rapporter avec certitude au *zechstein* de la Thuringe; mais je n'en ai jamais rencontré dans ces contrées qui occupassent une position intermédiaire entre les calcaires de transition fort anciens de Schirmeck et le muschelkalk. Au reste, si l'absence du zechstein rend la question difficile à résoudre, elle la rend peut-être en même temps à peu-près oiseuse. Le zechstein semble n'être qu'un simple accident dans une grande formation de grès, dont le grès rouge et le grès bigarré forment deux membres, qui peut-être cessent tout-à-fait d'être distincts, dès que la couche accidentelle qui les séparait n'existe plus. Peut-être aussi pourrait-on penser que le grès des Vosges, qui,

par sa position comme par ses caractères, occupe une place intermédiaire entre le grès rouge et le grès bigarré, est une formation distincte jusqu'à un certain point de l'un et de l'autre, et parallèle au *zechstein* du nord de l'Allemagne et au *calcaire magnésien* de l'Angleterre. Ne pourrait-on pas admettre que cette formation calcaire et le grès des Vosges proprement dit s'excluent mutuellement? En effet, non-seulement il n'existe pas de *zechstein* dans les Vosges, dans la Forêt-Noire et dans les autres systèmes du midi de l'Allemagne, où le grès des Vosges se montre; mais on remarque encore qu'en Angleterre, dans les parties du *Cheshire*, du *Lancashire* et du *Cumberland*, où certaines couches du *new-red-sandstone* présentent des caractères minéralogiques absolument pareils à ceux du grès des Vosges, le calcaire magnésien est inconnu; tandis que, dans les parties du nord et du sud de l'Angleterre, où le calcaire magnésien existe, aucune des couches du nouveau grès rouge ne se présente avec les caractères qui distinguent essentiellement le grès des Vosges.

D'après l'ensemble de ces considérations, il me semble que le grès qui domine dans le dépôt arénacé des Vosges doit être considéré comme distinct du grès bigarré, et comme étant soit la partie supérieure du *rothe todte liegende*, soit

l'équivalent géologique du *zechstein* et du *calcaire magnésien*. Nous reviendrons plus d'une fois sur ces idées dans les parties subséquentes de ce mémoire, où nous essaierons de décrire les caractères et le gisement du grès bigarré proprement dit.

II. FORMATIONS DU GRÈS BIGARRÉ, DU MUSCHELKALK ET DES MARNES IRISÉES.

§ 12. Depuis le pied des montagnes des Vosges, jusqu'à l'escarpement des plateaux de calcaires à gryphites (*lias*), qui s'étendent de *Luxembourg* à *Bourbonne-les-Bains* et de *Bourbonne-les-Bains* à *Saulnot* et à *Beffort*, règne un terrain ondulé qui présente des bandes successives de *grès bigarré*, de *muschelkalk* et de *marnes irisées*. Disposition générale du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées.

Les mêmes formations bordent le pied Est des Vosges, de *Gebweiller* à *Landau* et au-delà, et se perdent aussi sous les calcaires jurassiques, qui, eux-mêmes, disparaissent sous les dépôts tertiaires et les alluvions de la vallée du Rhin.

Afin de séparer le moins possible ce que la nature a intimement lié, nous joindrons toujours à la description de chacune des portions de la bande de muschelkalk qui entoure les Vosges celle de la portion du grès bigarré sur lequel elle repose et de la portion des marnes irisées qui la recouvre. Nous diviserons ainsi par la

pensée l'espace occupé par ces trois formations en un certain nombre de cantons, à chacun desquels nous consacrerons un ou plusieurs des paragraphes subséquens. Nous commencerons par le canton qui, vers l'angle S.-O. des Vosges, comprend les environs de *Plombières*, de *Bourbonne-les-Bains* et de *la Marche*, canton dans lequel l'ordre de superposition du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées s'observe avec autant de facilité que d'évidence, et dans lequel en même temps les différences qui distinguent le grès bigarré du grès des Vosges m'ont paru assez marquées.

(*Environs de Plombières, de Bourbonne-les-Bains et de la Marche.*)

Position dans laquelle se trouve le grès bigarré aux environs de Plombières et de Bourbonne-les-Bains.

§ 13. Une ligne courbe, qui, traversant le canton qui vient d'être indiqué, passe par *Provenchères*, *Serecourt*, *Regnevelle*, *Passavant-en-Vosges*, etc., se trouve bordée au S.-O., du côté de sa convexité, par une suite de collines assez escarpées, d'une hauteur à-peu-près uniforme, formant la tranche d'un plateau calcaire presque entièrement horizontal, qui paraît appartenir à la formation du *muschelkalk* des géologues allemands. A partir des extrémités de la même ligne, cette série de collines court, au N.-E., vers Épinal, et à l'E.-S.-E. vers Luxeuil, de manière que le plateau

dont elles constituent la tranche forme une ceinture autour de l'angle S.-O. des Vosges, dont il est séparé par un espace plus bas et également assez uni.

Le sol de cette plaine basse, qui sépare le plateau calcaire du pied des Vosges, se relève légèrement vers ces montagnes. Il est formé par des couches de grès qu'on voit sortir de dessous les collines calcaires qui forment la tranche du plateau, et qui, d'après son gisement, aussi bien que d'après ses caractères minéralogiques, et d'après ceux tirés des débris organiques qu'il contient, paraît se rapporter au *grès bigarré* (*bunter-sandstein*, *new-red-sandstone*).

Grès bigarré près la Hutte et Darney.

La vallée dans laquelle est située l'aciérie de la Hutte (à une lieue E.-S.-E de Darney, Vosges) montre, en quelques points de son fond, le terrain granitique; mais elle est creusée presque en entier dans le grès bigarré, qui paraît recouvrir immédiatement les roches de transition. Les couches inférieures sont très-épaisses et presque sans fissures, d'un grain fin, d'un gris rougeâtre. On y voit des noyaux aplatis d'argile bleuâtre, dont le grand axe a souvent plusieurs décimètres, et est toujours horizontal. Certains blocs renferment des galets de quarz, qui ressemblent à ceux du grès des Vosges et qui paraissent en provenir; mais ils renferment en même temps beaucoup

d'empreintes végétales, ce qui concourt à les distinguer de ce grès.

Entre la Hutte et Darney, on ne voit encore que le grès bigarré : ce sont les couches moyennes qui dominent ; elles sont à grain fin, légèrement schisteuses, bleues, jaunes ou d'un rouge amaranthe ; la même formation constitue le terrain entre Darney et Provenchères. Aux environs de ce dernier village, on rencontre les couches supérieures de ce même grès, qui sont très-micacées, très-fissiles et à feuillets souvent contournés : elles sont peu consistantes et les eaux les ravinent aisément. Le grès bigarré constitue également différens points des environs de *Serecourt*, où on a fait inutilement des recherches de houille. En allant de la Hutte à Bains, on ne trouve pas d'autres roches que le grès bigarré, qui constitue aussi la surface du sol des environs de ce dernier village.

Grès bigarré près Bains et Fontenois.

Entre Bains et Fontenois, on voit les couches fissiles et micacées de la partie supérieure du grès bigarré devenir tout-à-fait terreuses et servir d'argile pour faire des briques. A *Fontenois*, la vallée de Coney est creusée dans les couches inférieures, épaisses et homogènes du même grès. Il est d'un gris jaunâtre ou rougeâtre : on en observe, sur les deux flancs de la vallée, des assises d'une grande épaisseur, sans fissures, sans galets, presque sans aucun accident.

La même formation constitue les plateaux aux environs des Forges de Pont-du-Bois et de Frelan. Entre ces deux points, sur la rive droite du Coney et presque au niveau de cette rivière, on a ouvert une carrière, dans laquelle on exploite comme pierre de taille, et pour faire des meules à aiguiser, les couches inférieures du grès bigarré; elles sont très-puissantes, à grain fin, non effervescentes, et renferment de petits noyaux d'argile blanche et des paillettes de mica, qui, n'étant pas disposées parallèlement les unes aux autres, ne donnent point à la masse un tissu schisteux. On y voit des empreintes végétales, dont plusieurs présentent un vide assez large rempli d'une matière terreuse d'un brun un peu jaunâtre. Les environs de l'Étang de Tremeurs appartiennent aussi au grès bigarré. On y observe les couches épaisses et peu schisteuses qui constituent la partie inférieure de la formation; elles sont le plus souvent d'un gris jaunâtre.

A Liaumont, on exploite les couches supérieures fissiles du grès bigarré, pour en faire des dalles, qui, suivant leur épaisseur, servent à paver ou à couvrir les maisons.

Grès bigarré aux environs de Plombières.

Le plateau qui sépare la vallée de Plombières de celle d'Aillevillers, et sur lequel est bâti le village de Ruaux, est formé d'un grès analogue. Près de Ruaux, ce grès est exploité pour divers

usages; les couches inférieures de la carrière sont d'un grain assez fin et assez homogène, et d'un aspect un peu terreux; elles renferment des paillettes de mica disséminées irrégulièrement, et n'ont pas une disposition schisteuse très-marquée : on s'en sert pour pierres de taille, pour faire des meules à aiguiser, etc.; elles présentent diverses nuances de rouge, de bleu, de jaune. Les couches supérieures présentent à-peu-près le même grain et la même consistance; mais elles renferment beaucoup de paillettes de mica blanchâtres, qui, disposées parallèlement à la stratification, les rendent très-fissiles; elles sont minces, à-peu-près horizontales, et alternativement d'un rouge amaranthe foncé et d'un gris jaunâtre ou bleuâtre. Les premières sont souvent tachées de bleu pâle et les autres de rouge; elles sont débitées en dalles, qui, suivant leur épaisseur, servent à paver l'intérieur des maisons ou à les couvrir.

Le plateau qui sépare la vallée de *Plombières* de celle de *Val-d'Ajol*, est également formé, à sa surface, par le grès bigarré, qui est blanchâtre, d'un grain assez fin, d'un aspect un peu terreux, chargé de mica et un peu schisteux dans les parties supérieures. On y a ouvert des carrières, où on l'exploite comme pierre à bâtir, ou pour former de grandes dalles qui servent à clore les

champs; ce grès s'étend vers le Nord jusque près des bois de *Remiremont*.

La vallée de la Saône, aux environs de *Châtillon-sur-Saône* et de *Jonvelle*, est creusée en partie dans le grès bigarré, et il en est de même des vallons qui y affluent dans cet intervalle; il faut toutefois excepter l'emplacement même du village de Châtillon-sur-Saône, qui présente dans toute sa partie basse du gneiss et autres roches schisteuses anciennes; ces roches sont immédiatement recouvertes par le grès bigarré. **Grès bigarré aux environs de Châtillon-sur-Saône.**

La partie inférieure de cette formation est composée, à Châtillon-sur-Saône et aux environs, de bancs d'un grès tantôt rougeâtre et tantôt blanchâtre, à grain fin, parsemé de paillettes de mica, qu'on exploite comme pierre de taille. Quelques couches, qui sont presque constamment jaunâtres, contiennent des empreintes végétales, qui, d'après l'examen que M. Adolphe Brongniart a eu la complaisance d'en faire, paraissent toutes se rapporter à des espèces de prêles gigantesques (*equisetum*). Les couches supérieures de la formation sont ici, comme en général, très-schisteuses et très-micacées.

Le grès bigarré présente, dans ce canton, un accident assez remarquable. Près du village de *Bousserancourt*, entre *Châtillon-sur-Saône* et *Jonvelle*, on voit, dans les petits escarpemens qui

bordent la rive gauche de la Saône, une couche de plusieurs mètres d'épaisseur, de grès très-dur et presque compacte, qui paraît se retrouver près de Fresne-sur-Apance, village situé à deux lieues de là, dans la direction de Bourbonne-les-Bains, à l'endroit où M. Roussel-Galle, ingénieur au Corps royal des mines, a ouvert un sondage pour la recherche de la houille.

Résumé des caractères du grès bigarré dans la contrée de Plombières et de Bourbonne-les-Bains.

§ 14. On voit par les descriptions précédentes, qui se rapportent à plusieurs localités embrassant une contrée assez étendue, que la formation dont il est question est aussi constante dans le nombre et la position relative de ses couches, que dans leur composition minéralogique. La partie inférieure présente de grosses couches homogènes et sans fissures, d'un grain assez fin, et d'une texture assez solide; tandis que la partie supérieure en présente de très-minces, très-chargées de mica, très-fissiles, et dont les nuances sont aussi variées que tranchées. Ce grès rappelle, par tous ses caractères minéralogiques, le *grès bigarré* (*bunter sandstein* des Allemands, *new-red-sandstone* des Anglais).

Distinction du grès des Vosges et du grès bigarré.

Dans l'espace que nous venons de parcourir, ce grès paraît reposer sur un fond inégal, formé, en partie, par un terrain de gneiss, de granite porphyroïde et de syénite, qui se montre dans les vallées de *Châtillon-sur-Saône*, de la *Hutte*,

de *Fontenois*, de *Plombières*, etc., et, en partie, par le grès des Vosges, qu'on voit paraître en différens points, au-dessous du grès bigarré, particulièrement sur les pentes rapides que présentent les bords de plusieurs plateaux.

En montant, soit de la vallée de *Val-d'Ajol*, soit de celle de *Plombières*, vers le plateau qui les sépare, on voit, entre le terrain de gneiss, de granite et de syénite, et le grès bigarré proprement dit, des couches bien caractérisées de grès des Vosges, qu'on reconnaît immédiatement, à leur aspect moins terreux que celui du grès bigarré, à leur grain plus gros et plus cristallin, et aux gros et nombreux galets de quartz gris rougeâtre, blanc et noir, qui s'y trouvent empâtés, et qu'on ne voit jamais en aussi grande abondance, ni aussi gros, dans le grès bigarré proprement dit.

Le plateau qui sépare la vallée de Plombières de celle d'Aillevillers, et celui qui se trouve entre cette dernière et Bains, présentent la même structure; c'est-à-dire que les roches de transition y sont immédiatement recouvertes par une assise de grès des Vosges, que recouvre à son tour une assise de grès bigarré. Si, par exemple, on descend de ce plateau vers le village de la Chapelle, on trouve une pente assez escarpée, couverte de blocs à peine détachés, et de débris épars de grès

des Vosges, qu'on reconnaît à l'abondance et au volume des galets de quarz rougeâtre, blanc et noir qui s'y trouvent. Le grès des Vosges se montre encore sous le grès bigarré, en quelques autres points des environs de Bains, et je soupçonne que le plateau qui s'élève au Nord de Passavant-en-Vosges, et à l'Ouest-Sud-Ouest de Fontenois, a pour base des couches de cette formation.

Si le grès bigarré situé sur des plateaux de grès des Vosges, et celui qui forme des plaines plus basses, se trouvaient exactement dans la position dans laquelle ils ont été déposés, il serait évident que la formation du grès bigarré serait déposée sur celle du grès des Vosges à stratification discontinue quoique parallèle, et que par cela seul elle en serait tout-à-fait distincte. Mais il est bon de remarquer que les vallées de Val-d'Ajol, de Plombières, d'Aillevillers, ressemblent à de longues crevasses, et qu'une partie des apparences que nous venons de rappeler pourrait être due à des failles. La distinction la plus solide entre le grès des Vosges et le grès bigarré consiste peut-être dans les débris organiques, très-fréquens dans le dernier, et dont je n'ai jamais aperçu de trace dans l'autre. Les feuillets micacés paraissent aussi un caractère tout-à-fait particulier au grès bigarré, qui se distingue encore du grès des Vosges par sa position géographique, en ce

qu'il se rencontre toujours en avant des montagnes que constitue le grès des Vosges.

§ 15. J'ai déjà indiqué précédemment (§ 13) l'existence d'un plateau calcaire, qui, disposé circulairement autour de l'extrémité Sud-Ouest des Vosges, leur présente son escarpement. Ce plateau est formé de couches presque horizontales d'un calcaire qui, d'après sa position et d'après ses caractères minéralogiques et zoologiques, paraît se rapporter au *muschelkalk* des Allemands. Il repose immédiatement, et à stratification concordante, sur le grès bigarré. La superposition s'observe aisément sur le penchant de plusieurs collines, ravinées par les eaux, près de *Provenchères,* de *Serecourt,* de *Fresne-sur-Apance*, etc. Les couches supérieures du grès bigarré étant marneuses, et les couches inférieures du muschelkalk étant un peu sableuses et schistoïdes, les deux formations semblent passer l'une à l'autre près de leur point de contact.

Muschelkalk des environs de Bourbon-ne-les-Bains et de la Marche.

Le calcaire dont il s'agit est en général gris de fumée, compacte, à cassure conchoïde. Certains blocs sont d'un gris jaunâtre près de la surface et d'un gris bleuâtre dans l'intérieur, et présentent quelquefois un grand nombre de petites taches vertes : on voit aussi dans les couches supérieures un calcaire d'un gris jaunâtre, à cassure terreuse, analogue à celle d'un grès à

grain très-fin, et un peu schisteuse. Les assises les plus élevées de la formation sont formées par des marnes un peu feuilletées, grises ou d'un gris passant au jaune, au vert ou au noir, qui renferment quelques couches plus solides analogues aux précédentes ; elles se lient intimement et par des passages insensibles aux marnes irisées qui les recouvrent. Dans les marnes schisteuses dont nous parlons, on trouve des boules de calcaire gris compacte, à cassure conchoïde, qui, devenant quelquefois presque contiguës, présentent sur les parties exposées à l'air des surfaces mamelonnées. En beaucoup de points, ces marnes sont traversées dans tous les sens par un grand nombre de petits filons spathiques, dont la réunion produit, par l'effet de l'action de l'atmosphère, des blocs de calcaire celluleux, si ordinaires en bien d'autres lieux dans la partie supérieure du muschelkalk. Dans ces mêmes couches, on trouve aussi des veines d'un grès non effervescent, grisâtre, à grain très-fin, un peu micacé; on voit en outre entre leurs feuillets des veinules de silex, ou d'un grès quarzo-ferrugineux à grain très-fin, ayant quelques millimètres seulement d'épaisseur, dont on remarque souvent de nombreux fragmens sur la surface du sol du plateau. Il paraît que les eaux ont emporté la marne et laissé toutes les petites masses plates

ferrugineuses qu'elle contenait, et qui ont été en même temps divisées en petits fragmens. Les variétés qui ressemblent à un grès ferrugineux sont souvent arrondies et accompagnées d'une terre jaune.

Le calcaire dont nous nous occupons présente très-souvent des débris d'êtres organisés : les plus abondans dans le canton dont nous parlons, ou du moins ceux qui s'y montrent le plus souvent d'une manière distincte, sont l'*encrinites liliformis* et la *terebratula subrotunda* (schlotheim)? Quelques couches, formées d'un calcaire compacte gris de fumée, renferment un très-grand nombre d'entroques cylindriques, dont le contour circulaire est très-net et la cassure très-miroitante. Certaines couches, présentant une couleur d'un gris de fumée clair, parsemé de petites veinules jaunes, ou bien nuancé de bleu, renferment un grand nombre de fragmens de bivalves, qui en font une véritable lumachelle. Ces fragmens, peu distincts en général, m'ont paru se rapporter tantôt à la *terebratula subrotunda* (schloth.), tantôt à l'*ostracites pleuronectilites* (schloth.).

Je n'ai pas rapporté de ce canton un grand nombre de fossiles; mais ceux que j'ai recueillis et que je viens de citer s'accordent avec les caractères minéralogiques et avec le gisement du

calcaire, pour empêcher de le rapporter à aucune autre formation qu'au *muschelkalk* des Allemands. En décrivant, dans d'autres cantons, des couches calcaires qui sont évidemment le prolongement de celles qui nous occupent en ce moment, j'aurai occasion de donner une liste de fossiles de cette formation, beaucoup plus étendue.

Anomalies que présentent les caractères et la composition du muschelkalk aux environs de Bourbonne-les-Bains.

§ 16. J'ai déjà dit que dans les environs de Bourbonne-les-Bains, comme dans toutes les contrées décrites jusqu'ici, le muschelkalk repose sur le grès bigarré à stratification concordante. On y trouve cependant des points où cette règle paraît subir des exceptions. Entre Jonvelle et Amenvelle, j'ai trouvé un endroit où le contact des deux formations s'opère de la manière indiquée Pl. II, *fig.* 1re. On pourrait croire, en voyant cette configuration, que le muschelkalk a été déposé dans une dépression creusée dans le grès bigarré; mais il me paraît plus probable que cette apparence n'est que l'effet d'une faille un peu oblique.

Les couches que, dans ce point, je rapporte à la formation du muschelkalk sont formées d'une roche grisâtre, qui présente les caractères extérieurs de la dolomie, et qui, d'après un essai auquel je l'ai soumise dans le laboratoire de l'École des Mines, m'a paru composée de la manière suivante :

carbonate de chaux 0,479, carbonate de magnésie 0,537, résidu insoluble 0,017, total 1,033; ce qui donne 100 : 132 pour le rapport de la quantité d'oxigène contenue dans la chaux à celle contenue dans la magnésie. On voit qu'il y a ici beaucoup plus de magnésie que n'en comporte la composition théorique de la dolomie, dans laquelle le rapport des quantités d'oxigène contenues dans la chaux et la magnésie est 100 : 100; mais il y a tout lieu de penser que cette différence est due à l'imperfection du procédé rapide que j'ai employé.

On est étonné de trouver dans cette dolomie un grand nombre d'entroques appartenant à l'espèce *encrinites moniliformis* (miller), *encrinites liliformis* (schlotheim).

A Bourbonne-les-Bains, le muschelkalk ne m'a offert aucun fossile; mais il m'a présenté des caractères fort remarquables qui méritent d'être indiqués en détail. La roche qui compose ici cette formation est d'un gris passant quelquefois au gris jaunâtre et au gris bleuâtre, à-peu-près compacte, mais parsemée de petites parties cristallines qui la rendent légèrement subsaccharoïde; sa cassure est plus ou moins esquilleuse; elle se dissout à peu près complétement dans l'acide nitrique avec une effervescence lente qui indique qu'elle ne se compose pas uniquement de carbonate de chaux. Certaines parties un peu schisteuses présentent sur les surfaces de stratification

Caractères minéralogiques du muschelkalk à Bourbonne-les-Bains.

quelques paillettes de mica; d'autres empâtent des cristaux transparens de carbonate de chaux, qui lui donnent une structure porphyrique; d'autres enfin sont parsemées d'une quantité de vacuoles en partie remplies d'une matière terreuse blanchâtre, que je crois très-magnésienne. Les parties qui offrent ce dernier genre d'accident présentent souvent une division prismatique très-nette dans un sens perpendiculaire aux plans de séparation des couches.

Il est fortement magnésifère. Dès le premier voyage que je fis dans cette contrée, en 1821, avec M. Auguste Duhamel, ingénieur des mines, j'avais été surpris de ne trouver dans cette roche aucun débris d'êtres organisés: ma surprise n'a diminué que dernièrement, lorsqu'en la soumettant à quelques essais dans le laboratoire de l'Ecole des Mines, j'ai reconnu qu'elle renferme une forte proportion de magnésie qui égale, si elle ne la surpasse pas, celle qui entre dans la composition de la dolomie dont elle ne présente pas d'ailleurs complétement les caractères minéralogiques si bien établis dans les Mémoires de M. Léopold de Buch.

Il n'est peut-être pas inutile de remarquer que c'est de dessous le plateau où le muschelkalk se montre chargé de magnésie et dépourvu de débris organiques, que sortent les sources chaudes auxquelles Bourbonne-les-Bains doit son nom.

A Suxy (route de Langres à Dijon), à environ 10

lieues S. E. de Bourbonne, j'ai trouvé une dolomie très-bien caractérisée et très-remarquable par son gisement. Elle y est enchâssée dans les couches du 1er étage du calcaire oolithique, qui, en ce point, se trouvent, contre l'ordinaire, assez fortement inclinées. Une ligne droite, tirée des rochers de dolomie de Suxy aux sources chaudes de Bourbonne-les-Bains, étant prolongée vers le N. E., passerait à-peu-près par la côte d'Essey au sud de Lunéville, qui est couronné, ainsi que je le dirai plus loin, par un petit lambeau basaltique. Cette même ligne droite, prolongée au S. E., passerait, à très-peu de chose près, par les îlots granitiques de Malain, Mêmont et Remilly (1), près de Sombernon, et, poursuivie plus loin encore, elle irait rencontrer les buttes porphyriques qui s'élèvent au milieu du terrain houiller, au N. O. d'Autun. Cette ligne droite, qui, sur une longueur de 50 lieues, est ainsi marquée par différens accidens géologiques, est à très-peu près parallèle à la ligne de faîte de la Côte-d'Or, dont elle est très-peu éloignée. A la Hutte, près Darney, à Châtillon-sur-Saône et à Bussières-les-Belmont, on voit les roches primitives paraître dans le fond des vallées : ces trois points sont sur une même ligne droite, sensiblement parallèle à la précé-

Accidens dans la structure du sol auxquels se rattache cet accident de composition.

(1) V. la *Notice sur quelques parties de la Bourgogne*; par M. de Bonnard, *Ann. des Mines*, t. X, pag. 427.

dente, dont elle n'est éloignée que d'une lieue. Les dérangemens que présentent les couches du 1[er] étage du calcaire oolithique à Suxy, et ceux qui s'observent à l'autre extrémité de la Côte-d'Or, autour des îlots granitiques de Malain, Mêmont et Remilly, font partie du grand et brusque changement d'inclinaison par suite duquel les couches du 1[er] étage du calcaire oolithique, qui forment les sommités de la Côte-d'Or, viennent s'enfoncer au-dessous des alluvions qui forment la plaine entre Dijon et la Saône, pour ne se relever qu'au-delà de cette rivière, à l'approche du groupe de roches primitives et de roches secondaires antérieures au calcaire oolithique qui forme le sol de la forêt de la Serre, groupe dont le grand axe est parallèle à la ligne qui passe par la côte d'Essey, Bourbonne-les-Bains, Suxy, Malain, Mêmont, Remilly et les buttes porphyriques du bassin houiller d'Autun.

Position des marnes irisées aux environs de la Marche et de Bourbonne-les-Bains.

§ 17. La petite ville de *la Marche* est bâtie sur la surface du plateau de muschelkalk dont nous venons de nous occuper. Le village d'*Ich* et la ville de *Bourbonne-les-Bains* sont bâtis dans des vallées qui y sont creusées. Ce canton semble être une des localités de la France les plus propres à être recommandées pour l'étude des terrains secondaires moyens, à cause des facilités que présente pour cette étude le plateau de mus-

chelkalk, qui, d'une part, est découpé par de nombreux ravins terminés à la plaine basse, ou aux vallées qui mettent à découvert le grès bigarré, et qui, de l'autre, supporte de nombreuses collines de *marnes irisées* avec *amas de gypse*, couronnées par le grès inférieur du lias.

Pour tâcher de bien faire connaître la composition et le gisement de la formation des marnes irisées, formation reconnue et décrite pour la première fois par M. l'ingénieur des mines Charbaut, (*Ann. des Mines*, t. IV, p. 617), je vais rapporter en détail les observations que j'ai faites sur les flancs de plusieurs des collines que je viens d'indiquer.

Si, en partant du village de *Serecourt*, situé à 2 lieues N.-N.-E. de Bourbonne-les-Bains, sur le bord de la plaine basse, dont le sol est de grès bigarré, on monte la côte *m*, *fig.* 2, Pl. II, formée par la tranche du muschelkalk, on arrive sur le plateau que constitue cette formation; on peut cheminer en plaine sur ce plateau jusqu'à la Marche, en passant à côté de trois collines isolées qui font l'effet de trois dômes posés l'un à la suite de l'autre sur cette plaine élevée : ce sont le *Mont-Heuillon*, le *Mont-de-la-Justice* et le *Mont-Saint-Étienne*. Ces trois collines sont formées en grande partie par les marnes irisées : les deux dernières seulement portent à leur sommet un couronne-

ment de grès quarzeux, qui forme la première couche du terrain de *lias*.

Marnes irisées du Mont-Heuillon entre Serecourt et la Marche.

§ 18. Si l'on aborde le Mont-Heuillon par le côté de l'Est ou du Sud, on marche, jusqu'au pied de ses pentes, sur un sol déchiré par divers ravins, sur les flancs desquels on voit des marnes feuilletées, d'un gris jaunâtre, verdâtre ou noirâtre, qui forment la partie supérieure du muschelkalk ou la partie inférieure des marnes irisées; car elles se lient également aux deux formations; elles sont en couches à-peu-près horizontales. En montant la colline, on voit plus haut, et évidemment posées sur les précédentes, des couches à-peu-près horizontales, mais un peu contournées, de marnes très-argileuses, souvent à peine effervescentes, qui se séparent, à l'air, en petits fragmens anguleux, dont les trois dimensions sont à-peu-près égales; elles sont d'un gris bleuâtre ou d'un rouge lie de vin; elles font déjà partie des marnes irisées proprement dites. Dans ces marnes, on trouve par amas des rognons de gypse blanc, gris ou rose, compacte ou saccharoïde, et de petits filons de gypse blanc fibreux. Elles sont recouvertes par un calcaire magnésifère, compacte, grisâtre, à cassure esquilleuse, qui forme une couche de peu d'épaisseur sur le sommet de la colline.

Entre le Mont-Heuillon et le Mont-de-la-Jus-

tice, de même qu'entre le Mont-de-la-Justice et le Mont-Saint-Étienne, le terrain est formé par des marnes feuilletées, d'un gris jaunâtre ou verdâtre, qui semblent lier le muschelkalk aux marnes irisées; elles sont fortement ravinées, ce qui permet de les bien voir. Aussitôt qu'on s'élève un peu, en approchant de l'une ou de l'autre de ces montagnes, on y voit paraître des veines rouges, qui forment un passage aux marnes irisées situées un peu plus haut, et lèvent toute espèce de doute relativement à la superposition des marnes irisées sur le muschelkalk et à la liaison intime de ces deux formations. Ces marnes schisteuses contiennent, comme je l'ai déjà indiqué plus haut, un grand nombre de petites plaques silicéo-ferrugineuses, qui, lorsque les marnes sont emportées par les eaux, restent à la surface du sol, qui s'en trouve jonché.

§ 19. En montant à la Montagne-de-la-Justice, du côté de l'Ouest, on voit les marnes schisteuses verdâtres et rouges, dont il vient d'être question, passer à des marnes, tantôt gris bleuâtre et tantôt d'un rouge lie de vin, à cassure conchoïde et se divisant, à l'air, en petits fragmens, dont les trois dimensions sont sensiblement égales. Vers le point où se fait le passage, on voit de petites carrières ouvertes sur des amas, *g*, d'un gypse blanc, rougeâtre ou gris, tantôt compacte ou

Marnes irisées du Mont-de-la-Justice près la Marche.

subsaccharoïde, tantôt fibreux. Ce gypse est accompagné de petites couches de marnes noires très-schisteuses. Un peu plus haut, on voit des carrières ouvertes sur une couche, *c*, de 2 à 3 mètres de puissance, d'un calcaire compacte, esquilleux, jaunâtre, sans fossiles, très-magnésifère, que j'ai retrouvé en différens lieux vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées, conservant partout des caractères minéralogiques presque complétement identiques, une composition chimique analogue et même une épaisseur presque constante, et formant ainsi une sorte d'horizon géognostique très-commode pour l'étude des détails de cette formation : on n'y trouve presque jamais de débris organiques. J'ai soumis à une analyse rapide, dans le laboratoire de l'École des Mines, des échantillons de cette couche de calcaire compacte, esquilleux, jaunâtre, pris en différens points assez éloignés les uns des autres, et dont un grand nombre sont situés hors de la contrée dont je m'occupe en ce moment. Quoique les résultats que j'ai obtenus ne puissent être considérés que comme de simples approximations, je crois qu'il ne sera pas inutile d'en présenter ici le tableau.

Couche de calcaire magnésifère qui se trouve constamment vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Carbonate de chaux....	0,452	0,399	0,505	0,458	0,479	0,479	0,408	0,426	0,497	0,337	0,482	0,390	0,496	0,458
Carbonate de magnésie,	0,506	0,496	0,478	0,459	0,485	0,516	0,558	0,527	0,444	0,413	0,434	0,527	0,475	0,444
Résidu insoluble...	0,050	0,100	0,060	0,095	0,055	0,055	0,090	0,065	0,060	0,260	0,128	0,100	0,055	0,085
TOTAL....	1,008	0,995	1,043	1,012	1,019	1,050	1,056	1,018	1,001	1,010	1,044	1,017	1,026	0,987
Rapport de l'oxigène de la chaux à celui de la magnésie..............	100/132	100/147	100/115	100/119	100/120	100/127	100/161	100/146	100/106	100/145	100/107	100/160	100/113	100/116

Chacun des calcaires magnésifères dont on a

donné l'analyse dans le tableau précédent forme, comme on l'a dit, une couche au milieu des marnes irisées, dans les différentes contrées.

Le n°. (1) provient du *Mont-de-la-Justice* près la Marche, cité ci-dessus.

Le n°. (2), de la colline au S.-O. de Bourbonne-les-Bains.

Le n°. (3) provient du terrain dans lequel est ouverte l'exploitation de combustible fossile de Noroy.

Le n°. (4), de *Saint-Léger-sur-Dheune* (département de Saône-et-Loire). M. Levallois le désigne sous le nom de calcaire marneux, dans sa *Notice géologique sur les environs de Saint-Léger*, insérée dans les *Annales des Mines*, t. VII, p. 403.

Le n°. (5), d'une colline au N.-O. de Charmes, département des Vosges.

Le n°. (6) a été recueilli sur la côte d'Essey (département de la Meurthe).

Le n°. (7), près le village de la Rochette, sur la route de Vic à Lunéville (département de la Meurthe).

Le n°. (8), au Sud de Vic, sur la route d'Invrecourt.

Le n°. (9) a été extrait près de l'orifice du puits de la mine de sel gemme de Vic (département de la Meurthe).

Le n°. (10) provient d'Helmsingen, près Luxembourg.

Le n°. (11), de Vaufrey (département du Doubs).

Le n°. (12), de Beurre, près Besançon (Doubs).

Le n°. (13), des environs de Salins (département du Jura).

Le n°. (14) a été recueilli au N.-O. de Lons-le-Saulnier (Jura), sur le chemin qui conduit à Piémont, c'est le calcaire caverneux de M. Charbaut.

Il paraîtrait résulter du tableau précédent que les calcaires essayés renferment tous une quantité de magnésie plus grande que celle qui correspond à la composition théorique de la dolomie, dans laquelle les quantités d'oxigène contenues dans la chaux et la magnésie sont égales; mais le procédé rapide qui a été suivi pour ces essais rend cette conclusion peu probable : elle l'est d'autant moins que la proportion de magnésie obtenue est très-variable, tandis que les caractères minéralogiques des substances essayées sont sensiblement constans; mais on peut toujours assurer que les calcaires dont il s'agit sont tous fortement magnésifères, quoique leur aspect soit fort différent de celui de la dolomie.

La position de la couche de calcaire magnésifère, qui m'a conduit à cette digression, se voit sur la pente du Mont-de-la-Justice, de la manière

la plus claire; elle forme un petit plateau, qui règne sur presque toute sa circonférence. Sur ce plateau s'élève un second dôme, d'un diamètre moindre, formé en grande partie de marnes irisées, et présentant seulement à son sommet un couronnement du grès inférieur du lias. Cette couche, qui a souvent reçu le nom de quadersandstein, se présente ici sous la forme d'un grès jaunâtre, assez solide, composé de petits grains de quarz agglutinés presque sans ciment apparent, et contenant de petites paillettes de mica, et quelques noyaux argileux très-aplatis, entremêlés de petits galets de quarz blanchâtre ou noirâtre.

...rnes irisées du Mont-St.-Étienne, près la Marche.

§ 20. En montant au Mont-Saint-Étienne, du côté du S.-O., on commence aussi par voir, dans des ravins, des marnes feuilletées, grisâtres ou verdâtres, qui se lient à la partie supérieure du muschelkalk, et qui sont l'équivalent des couches de marne verte que j'indiquerai plus loin à Rehainvilliers et à Ormingen, comme alternant avec les couches supérieures du muschelkalk. Ici, ces marnes contiennent un grand nombre de petites couches minces d'un calcaire celluleux, cloisonné, à cassure esquilleuse, qui est l'équivalent du calcaire celluleux cloisonné, très-commun, en différens lieux, dans les assises supérieures du muschelkalk.

muschelkalk. En montant dans les ravins, vers le Mont-Saint-Etienne, on ne tarde pas à voir paraître des couches de marne rouge au milieu de la marne verte; la couleur rouge finit même par dominer, et on voit alors dans ces marnes, qui sont encore un peu schisteuses, des amas de petits filons gypseux. Bientôt la disposition schisteuse des marnes disparaît, ou n'existe plus que dans des couches minces de marne noire, qui alternent avec les marnes d'un rouge lie de vin et d'un gris bleuâtre. Un peu plus haut, on trouve une petite couche d'un calcaire compacte gris, présentant l'aspect d'une brèche, à laquelle succède, presque immédiatement, une couche de 2 à 3 mètres d'épaisseur d'un calcaire compacte, d'un gris jaunâtre, à cassure esquilleuse, très-magnésifère, identique par sa nature et par sa position géologique avec celui que j'ai signalé au paragraphe précédent dans les marnes irisées du Mont-de-la-Justice et de divers autres lieux. Ces couches me paraissent aussi absolument identiques, sous le rapport de leur position géologique, avec celles dans lesquelles est ouvert le puits de la mine de sel gemme de Vic. Les couches comprises entre le muschelkalk et le calcaire compacte esquilleux, dont il vient d'être question, sont l'équivalent de celles que traversent à Vic les travaux d'ex-

ploitation, et dans lesquelles se trouvent le gypse anhydre et le sel. Je ne connais ni sel gemme ni sources salées, dans la contrée qui nous occupe actuellement ; mais il n'est peut-être pas inutile de remarquer qu'à environ une lieue au N.-E. on trouve sur le plateau de muschelkalk un point appelé *le haut de Salins*.

Si de la couche de calcaire compacte esquilleux gris jaunâtre on s'élève vers le sommet du Mont-Saint-Étienne, on retrouve les marnes irisées, présentant au plus haut degré les caractères distinctifs déjà cités, et contenant de petites couches de calcaire argileux, comme cela a lieu dans la partie supérieure de cette formation à Vic, à Salins, et à Lons-le-Saulnier. La partie la plus élevée des marnes irisées est verte, et renferme des couches subordonnées de grès quarzeux, qui se présente avec les caractères cités plus haut, et qui, en outre, contient de petites parties de marne verte disséminées. Le haut de la montagne est entièrement formé de ce même grès, dont certaines couches contiennent beaucoup de petits galets de quarz noirâtre, et dont quelques morceaux présentent des empreintes végétales (fougères); il appartient à la partie inférieure du lias.

Marnes irisées dans la

§ 21. Le village de Senaide est bâti sur le pla-

teau du muschelkalk, à trois quarts de lieue au N.-E. de Bourbonne-les-Bains. Au nord de ce village se trouve une colline formée par les marnes irisées et couronnée par le grès inférieur du lias. On peut y monter en suivant un ravin profond, creusé par les eaux au milieu des vignes, et qui montre toutes les couches à découvert. colline au nord de Senaide.

Dans la partie inférieure de ce ravin, on voit les couches solides les plus élevées de la formation du muschelkalk, *K*, Pl. II, *fig*. 5, composées d'un calcaire magnésifère, compacte, gris, un peu esquilleux, renfermant de petits points spathiques et présentant quelquefois un grand nombre de petites cavités irrégulières. En remontant le même ravin, on traverse d'abord une certaine épaisseur de marnes vertes schisteuses, dans lesquelles on voit paraître des veines rouges de plus en plus nombreuses et épaisses à mesure qu'on s'élève. A une certaine hauteur, on y observe de petites veines gypseuses, et on voit des couches qui sont toutes remplies de petits filons gypseux. Les veines rouges deviennent alors dominantes; elles sont entremêlées de veines de marnes noires très-schisteuses, qui sont accompagnées de petites couches ou de rognons d'un calcaire noir un peu sableux. Un peu plus haut, on trouve un gros rognon de gypse, *g*, par-dessus lequel se contour-

nent des lits de marnes lie de vin et de marnes schisteuses verdâtres et noires, *v*, *v*. Plus haut, on ne trouve plus de marnes schisteuses verdâtres, et les marnes irisées prennent tout-à-fait leurs caractères ordinaires; elles contiennent de petites couches d'un calcaire grossier celluleux.

Arrivé vers le milieu de la hauteur de la colline, on voit la couche de calcaire compacte, esquilleux, jaunâtre, très-magnésifère, signalée plus haut, et, au-dessus, on ne trouve plus que des marnes irisées, I, jusqu'à ce qu'on arrive au grès quarzeux, N, qui forme le sommet.

Marnes irisées des collines au Sud-Ouest de Bourbonne-les-Bains.

§ 22. Au S.-O. de *Bourbonne-les-Bains*, le muschelkalk constitue un plateau, *a*, *fig.* 4, Pl. II, d'une certaine largeur, dont la surface est formée par les couches solides les plus élevées de cette formation, composées d'un calcaire compacte, gris, très-magnésifère, et est couverte d'une quantité de petites plaquettes ferrugineuses, restes des couches de marnes schisteuses qui forment la partie tout-à-fait supérieure du muschelkalk. La surface du muschelkalk est ici un peu ondulée, mais tout indique qu'avant d'être dégradée elle formait un plateau uni plongeant légèrement au Nord-Ouest.

En commençant à monter la côte *b*, on voit, dans un chemin creux et dans des ravins, les

marnes schisteuses d'un gris jaunâtre et verdâtre de la partie supérieure du muschelkalk. Dans ces marnes, on voit paraître peu à peu des veines rouges, qui finissent par dominer entièrement et qui forment un passage aux marnes irisées. Un peu au-dessus du point où les marnes verdâtres feuilletées cessent entièrement, on trouve une petite couche d'un calcaire compacte, gris noirâtre, accompagnée de marnes noires feuilletées. Un peu plus haut, on voit une petite couche d'un grès rougeâtre, peu solide; et à un mètre au-dessus, des marnes noires et quelquefois un peu verdâtres, très-feuilletées. Plus haut encore, on trouve une autre petite couche de calcaire compacte, noirâtre : ces diverses couches subordonnées se trouvent dans les marnes bleuâtres et lie de vin, qui présentent déjà à-peu-près complétement les divers caractères des marnes irisées. En montant encore un peu, on trouve une petite carrière de gypse, ouverte sur un gros rognon de gypse blanc, rougeâtre et grisâtre, *g*, par-dessus lequel les couches se contournent avec une courbure très-brusque. Parmi ces couches contournées, on remarque une couche mince d'un grès bleuâtre, micacé, un peu terreux, et une autre couche, *e*, de marne schisteuse noire très-fissile. Un peu plus haut, on trouve dans les

marnes irisées une couche d'un grès à grain fin et un peu terreux, d'un gris bleuâtre, un peu micacé; enfin, en montant encore de quelques mètres, on arrive à une couche *c*, de 2 à 3 mètres d'épaisseur, d'un calcaire compacte, esquilleux, jaunâtre, très-magnésifère, dont j'ai placé l'analyse dans le tableau du § 19, sous le n°. (2). Ce calcaire magnésifère fait partie de la couche signalée dans le § 19 comme se trouvant constamment vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées. Ici, comme sur les flancs du Mont-de-la-Justice, elle donne naissance à un petit plateau à l'extrémité duquel on recommence à monter sur les marnes irisées, qui présentent leurs caractères ordinaires et leur cassure conchoïde. En approchant du haut de la côte, on voit ces marnes irisées présenter diverses petites couches de calcaire argileux, puis passer à des marnes vertes, qui, abstraction faite de la couleur, ont tous les caractères des marnes irisées. Au-dessus de cette marne verte, on trouve une petite couche de $0^{m},06$ de calcaire argileux blanchâtre, puis $0^{m},80$ de marne verte schisteuse, au-dessus, $0^{m},05$ de calcaire blanchâtre marneux, et enfin diverses alternatives de marne verte schisteuse avec de petites couches de grès, qui sont le commencement du grès quarzeux inférieur du lias, N, nommé sou-

vent *quadersandstein*, qui constitue le sommet de la côte, mais qui n'y a qu'une faible épaisseur.

Recherche de combustible fossile dans les marnes irisées à Noroy (Vosges).

§ 23. Je viens de mentionner pour la quatrième fois la présence (un peu au-dessous de l'assise de calcaire compacte, esquilleux, jaunâtre, magnésifère, qui se montre constamment vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées) de marnes noires schisteuses, fréquemment accompagnées de quelques couches d'un grès peu dur, schistoïde, micacé, de couleur bigarrée de rouge et de gris bleuâtre, et présentant dans son aspect assez d'analogie avec certaines variétés du grès bigarré. Ces marnes noires ont souvent été prises pour un indice de houille et ont occasionné plus d'une fois des spéculations malheureuses et la perte de capitaux plus ou moins considérables.

Il résulte des renseignemens qu'a bien voulu me communiquer M. Drouot, élève ingénieur des mines, qui a visité en 1826 la recherche de combustible établie à Noroy, arrondissement de Neufchâteau, département des Vosges, à 5 lieues S.-E. de Neufchâteau et à 7 lieues N.-N.-E. de Bourbonne-les-Bains, que la petite couche de combustible qui est l'objet de cette recherche est située de la même manière que les petites couches de marnes schisteuses noires dont je viens de parler.

On doit la découverte de cette couche à des

affleuremens observés dans un ruisseau, près du village de Noroy, sur le penchant de la colline au pied de laquelle ce village est bâti; elle se trouve intercalée dans les marnes irisées, dont plusieurs couches, caractérisées par les couleurs bigarrées ordinaires à ces marnes, alternent avec des couches d'argile schisteuse noire, de grès micacé et de calcaire magnésifère.

Voici une coupe du terrain de Noroy, que je dois à la complaisance de M. Drouot, à qui elle avait été remise par M. Goirant, ancien élève de l'École des mineurs de Saint-Étienne, chargé de la direction des travaux de recherche.

Coupe du terrain de Noroy, faite par un puits placé sur le penchant de la colline, et par un sondage pratiqué au fond de ce puits.

PUITS.	Calcaire compacte, rougeâtre	3 mèt.
	Marnes irisées	4m.
	Grès effervescent	2m.
	Grès micacé schisteux	1m.
	Argile schisteuse bitumineuse	0m,50
	Couche de combustible	0m,40
	Grès micacé	2m.
	Marnes irisées	»
	Gypse	8m,3
	Gypse imprégné de matres. charbonneuses	2m.
	Gypse	6m.
	Argile noircie par une matière charbonneuse	6m,3

Sondage pratiqué au fond du puits.	Gypse	5m,49
	Roche marneuse avec mélange de calcaire.	1m,50
	Gypse avec veines blanches	4m,67
	Anhydrite	0m,22
	Calcaire	0m,56
	Anhydrite	0m,36
	Calcaire	0m,90
	Anhydrite	1m,37

Le sommet de la colline, sur le penchant de laquelle la recherche est ouverte, est formé par une assise du grès quarzeux inférieur du lias, qui est couvert par un bois, comme cela a lieu assez souvent dans cette contrée.

Plus bas, se trouve un calcaire compacte, rougeâtre, à bandes diversement colorées, esquilleux, magnésifère, dont j'ai inséré l'analyse sous le n°. (3), dans le tableau § 19, et qui se rapporte à la couche de calcaire magnésifère, qui se trouve constamment vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées. Le puits de recherche traverse d'abord ce calcaire.

Les grès traversés par le puits de recherche, au-dessus et au-dessous de la couche de combustible, paraissent, d'après les échantillons rapportés par M. Drouot, ne pas différer sensiblement de ceux qui, comme je l'ai déjà dit plus haut, se trouvent, près de Bourbonne, dans la

même position relative et accompagnés d'argile schisteuse noire. Les masses d'anhydrite traversées par le sondage rappellent naturellement celles qui, dans le puits de Vic, ont été traversées avant d'atteindre le sel gemme. Ce sondage, comme tous les travaux souterrains de Vic, se termine dans l'épaisseur de la formation des marnes irisées et au-dessus du niveau géologique du muschelkalk.

Le combustible fossile de Noroy présente des caractères minéralogiques en quelque sorte intermédiaires entre ceux de la houille et ceux du lignite; il est compacte, à cassure inégale, d'un noir sale et terne. Assez souvent on trouve dans la masse des veines et des noyaux de pyrites; il ne paraît pas susceptible des mêmes usages que la véritable houille tirée du terrain houiller; il brûle difficilement, donne peu de flamme, et, loin de se coller, il se délite en morceaux et donne très-peu de chaleur, comme on peut en juger par les résultats des expériences suivantes, dont MM. Drouot et Vène, élèves-ingénieurs des mines, ont été témoins.

1°. A Noroy, on a mis dans une forge de maréchal des morceaux de ce combustible, choisis avec soin, et pour les faire brûler on a été forcé de charger les soufflets. Après une demi-heure

d'insufflation, on est parvenu à faire adhérer ensemble deux barres de fer de 15 lignes de large sur 6 lignes d'épaisseur; mais jamais on n'a pu faire disparaître les traces de la soudure.

2°. A l'aciérie de Pont-du-Bois, chez M. Fallatieu, on a rempli avec le combustible de Noroy un four à corroyer l'acier, qui avait été chauffé auparavant avec de la houille véritable; mais la chaleur du four a toujours été en diminuant, et on n'a pu parvenir à souder une trousse d'acier.

Sur les diverses couches du terrain de lias qu'on observe au-dessus des marnes irisées.

§ 24. En quittant *Bourbonne-les-Bains* par la grande route de Langres, on marche d'abord pendant une demi-lieue sur le plateau de muschelkalk *a, fig.* 5, Pl. II, après quoi on monte une côte *b* formée par les marnes irisées, et présentant à son sommet le grès quarzeux de la partie inférieure du terrain de lias. Je crois inutile de donner la description détaillée de cette côte; elle rentrerait entièrement dans les précédentes. Arrivé à sa partie supérieure, on se trouve au niveau d'un second plateau *p*, dont la surface est presque entièrement formée par le calcaire à gryphées arquées (*lias bleu* des Anglais), qui consiste ici en un calcaire compacte, un peu argileux, bleu, à cassure terreuse, renfermant un grand nombre de parties spathiques et souvent quelques points jaunes, et présentant un grand nombre de gry-

phées arquées et d'ammonites, des plagiostomes, des spirifers, etc.; il est peu épais dans cette contrée. Près d'Andilly, on trouve une vallée qui coupe toute l'épaisseur du calcaire à gryphées arquées et du quadersandstein, et dont le fond est creusé dans les couches supérieures des marnes irisées, qui présentent, ainsi que le quadersandstein, les mêmes caractères que dans les collines des environs de Bourbonne; seulement j'y ai remarqué, dans le quadersandstein, un banc coquillier contenant plusieurs espèces de bivalves.

Aux environs de Luxembourg, j'ai trouvé une pinne-marine et plusieurs autres bivalves, dans un grès analogue par ses caractères, et identique par sa position, avec celui dont je viens de parler. Il y est recouvert par le calcaire à gryphées arquées (*lias bleu*); mais au-dessous de ce grès, entre lui et les marnes irisées qui se trouvent plus bas, j'ai rencontré une assise d'un calcaire tout-à-fait analogue, par les caractères minéralogiques, au calcaire à gryphées arquées, et contenant une bivalve que je crois être un plagiostome. Cette circonstance m'a paru rattacher ce grès au terrain de lias plutôt qu'à celui des marnes irisées, malgré les passages et les alternances qui ont lieu entre les dernières couches de ces marnes et les premières du grès quarzeux dont il s'agit.

§ 25. En résumant ce qui précède, on voit que dans la contrée qui comprend *Plombières*, *Bains*, *la Marche* et *Bourbonne-les-Bains*, il y a parallélisme et dégradation continue de caractères dans la succession de couches qui remplit l'intervalle compris entre l'assise la plus basse du grès bigarré et l'assise la plus élevée des marnes irisées; on serait par conséquent fondé à considérer toutes ces couches comme appartenant à une seule et même formation; mais je crois que ce serait donner au mot formation une extension nuisible. Il me paraît plus conforme au but de la géologie et à la nature des choses de considérer comme constituant une formation distincte le groupe des couches calcaires, présentant des caractères minéralogiques et zoologiques tranchés et constans, qui forme le milieu de cette série, et dès-lors d'en séparer comme deux formations différentes, d'une part, le grès bigarré, qui comprend les couches inférieures de la même série, et de l'autre le groupe non moins important des marnes irisées, qui en comprend la partie supérieure.

Résumé des observations géologiques faites aux environs de Plombières, de Bourbonne-les Bains et de la Marche.

Je crois en même temps qu'il y a au moins autant de raison pour séparer les marnes irisées du lias qui les recouvre, que pour les séparer du muschelkalk qui les supporte. Si dans ces contrées on regardait toutes les couches parallèles

ment les premières lignes des montagnes au pied desquelles se terminent les plaines de la Lorraine, au S.-E. de Lunéville.

A Baccarat, le fond de la vallée de la Meurthe est creusé dans le grès des Vosges, qui supporte le grès bigarré. On voit, des deux côtés de la vallée, des escarpemens formés par des couches très-solides de grès des Vosges, renfermant beaucoup de galets de quarz gris rougeâtre et blanc, et appartenant à la partie supérieure de cette formation. A mesure qu'on remonte la vallée de la Meurthe, en se dirigeant vers Raon-l'Etape, on voit le grès des Vosges s'élever de plus en plus haut sur les pentes de la vallée, et il constitue, à lui seul, les sommets des montagnes qui environnent cette dernière ville.

En allant de Raon-l'Étape à Bruyères, on marche tantôt sur le grès des Vosges et tantôt sur le grès bigarré. On traverse également la jonction du grès des Vosges et du grès bigarré, en allant de Bruyères à Rambervillers. Dans plusieurs de ces points, comme dans quelques autres où j'ai eu occasion de les examiner, ces deux formations m'ont paru juxta-posées de la manière représentée Pl. III, *fig.* 1, où X indique le grès des Vosges et H le grès bigarré. Cette circonstance, jointe à la différence minéralogique, constante et tranchée, qui existe entre les assises su-

périeures du grès des Vosges et le grès bigarré, me paraît indiquer que ces deux grès appartiennent à deux formations distinctes.

Composition de la formation du grès bigarré.

Dans cette contrée, comme du côté de Plombières et de Bourbonne, la formation du grès bigarré se compose d'un grand nombre de couches d'un grès à grain fin, d'un aspect plus ou moins terreux, d'une couleur amaranthe, gris bleuâtre ou jaune sale, plus ou moins ocreux. On y trouve quelquefois de petits galets quarzeux, mais toujours en moindre nombre et moins gros que dans le grès des Vosges. Les couches inférieures de la formation ont souvent une épaisseur de plus d'un mètre. Cette épaisseur diminue à mesure qu'on s'élève des plus anciennes vers les plus récentes. Les couches supérieures sont minces et divisées en feuillets par un grand nombre de fissures de stratification chargées d'une multitude de paillettes minces de mica argentin. Dans les strates épaisses des couches inférieures, on voit des paillettes du même mica dispersées irrégulièrement dans la masse.

Dans la contrée qui nous occupe, on exploite différentes couches de cette formation pour les mêmes usages que du côté de Plombières. Les couches épaisses de la partie inférieure fournissent des pierres de taille susceptibles de rece-

voir les formes les plus délicates. Des couches plus minces et plus élevées donnent de très-bonnes meules à aiguiser : on cite particulièrement sous ce rapport la carrière de Merviller, à une lieue au N.-N.-E. de Baccarat. Les couches fissiles de la partie inférieure ne produisent que des dalles, qu'on emploie à paver et quelquefois même à couvrir les maisons.

Coquilles fossiles dans le grès bigarré, à Domptail.

Un peu au midi de Domptail, dans un canton dont le sol est formé uniquement par le grès bigarré, on trouve des carrières assez considérables, dans lesquelles cette roche est exploitée comme pierre de taille. Elles ont environ 10 mètres de profondeur. La moitié inférieure de la masse exploitée est formée de bancs épais d'un grès à grain fin, d'un aspect un peu terreux, quoique solide, d'un brun rougeâtre ou jaunâtre, parsemé de paillettes de mica et traversé par des fissures de stratification qui font divers angles avec les plans à peu près horizontaux de séparation des couches. Au-dessus, se trouve une couche de 4 à 5 décimètres d'épaisseur, d'un grès marneux très-micacé et très-fissile, d'un rouge amaranthe assez prononcé; celle-ci est recouverte par une autre de 5 à 6 décimètres d'un grès assez solide, d'un jaune ocreux sale, un peu micacé et un peu schisteux, renfermant une très-grande quantité d'empreintes végétales (calamites).

Cette dernière couche se lie intimement à celle qui la recouvre et qui est la plus remarquable de la carrière. Elle consiste en un grès à grain fin, un peu micacé, d'un jaune brunâtre, dû à un mélange considérable d'hydrate de fer, qui est *pétri* d'une *multitude* de moules intérieurs de coquilles univalves et bivalves, dont le test a entièrement disparu et a été remplacé par une matière noire, ocreuse et d'une consistance terreuse. Ce banc coquillier se lie par sa partie supérieure à un banc de grès sans coquilles et sans empreintes, d'un brun jaunâtre ou rougeâtre, qui le recouvre et qui est suivi de plusieurs autres de même nature, c'est-à-dire non coquilliers. Enfin, en approchant de la surface du sol, on trouve un grès à grain fin, de couleur rouge ou gris bleuâtre, très-fissile et très-micacé.

D'après les recherches de M. Lefroy, les coquilles fossiles du grès bigarré de Domptail paraissent se rapporter aux espèces suivantes :

Univalves.

Melania? scalata (Lefroy); strombites scalatus (Schlotheim).

Natica, espèce inédite (Lefroy).

Bivalves.

Mytilus eduliformis. . . . . . (Schlotheim).

Cypricardia socialis (Lefroy), mytilus socialis (Schlotheim).

Triogonia vulgaris (Lefroy), trigonellites vulgaris (Schlotheim).

M. Gaillardot, docteur en médecine à Lunéville, a publié des détails plus étendus sur les fossiles de Domptail, et en a dessiné plusieurs dans les *Annales des Sciences naturelles*, t. VIII, pag. 286.

§ 27. Le village de Domptail et celui de Magnières sont situés à peu près sur la ligne de jonction du grès bigarré et du muschelkalk, qui le recouvre en formant un plateau, terminé vers le S.-E. par des pentes assez rapides. **Muschelkalk entre Domptail et Lunéville.**

Si, de Magnières, on se rend à Lunéville par la grande route qui suit la vallée de l'Aune et ensuite celle de la Meurthe, on marche jusqu'au-delà de Réhainvillers sur le muschelkalk, qu'on voit presque partout à découvert. Le fond et le flanc droit de la vallée sont constamment formés par cette formation, qui y présente en abondance tous les fossiles qui lui sont propres. Elle y est en même temps très-bien caractérisée sous le rapport de la composition minéralogique. Les couches solides, dont l'épaisseur varie ordinairement de 2 à 4 ou 5 décimètres, se composent principalement d'un calcaire compacte, d'un gris de fumée passant au gris verdâtre. La cassure, **Sa composition minéralogique.**

unie et souvent conchoïde en grand, est tantôt esquilleuse et tantôt inégale, ou même terreuse en petit ; ce qui constitue deux variétés de texture, qu'on voit fréquemment se mélanger l'une avec l'autre dans les mêmes blocs sous forme de veines lenticulaires. La variété à cassure esquilleuse est souvent parsemée de parties spathiques, qui sont évidemment des débris de corps marins. Quelquefois les coquilles sont plus ou moins entières et présentent, sur la cassure, une ligne courbe et brillante. Quelquefois aussi, étant presque entières, elles présentent dans leur intérieur un calcaire, qui diffère plus ou moins, par sa teinte ou sa cassure, de celui dans lequel elles sont empâtées ; très-souvent encore les parties cristallines, dues à des débris de corps marins, sont accompagnées de petites taches ocreuses. La variété de calcaire dont la cassure est plus ou moins terreuse, est celle qui se trouve le plus fréquemment vers la surface des blocs. Elle semble former le passage du calcaire aux petites veines marneuses qui séparent les diverses couches les unes des autres, et dont la facile destruction par l'action des eaux met à découvert les fossiles adhérens aux parties solides.

Dans les carrières de Xermamenil, qui sont du nombre de celles où le muschelkalk renferme des ossemens de sauriens et de tortues, la roche cal-

caire présente plusieurs variétés différentes de celles qui viennent d'être décrites. Le calcaire compacte gris y prend un aspect plus marneux qu'à l'ordinaire. Il contient des couches d'un calcaire compacte, bleu dans l'intérieur des blocs, et jaunâtre vers leur surface, pétri d'une multitude de petits fragmens de coquilles (probablement des térébratules), couchés dans le sens de la stratification, et qui en font une véritable lumachelle. On voit aussi, dans la même carrière, plusieurs couches d'un calcaire compacte, d'un gris jaunâtre, à cassure inégale et terreuse, dont certaines parties sont remplies de coquilles dont le test a été détruit et remplacé par une matière ocreuse, et qui présente des lits de silex, d'un gris noirâtre plus ou moins foncé.

A Réhainvillers, village situé à la jonction de la vallée de l'Anne avec celle de la Meurthe, le sol est formé par les assises supérieures du muschelkalk. On voit près de ce village plusieurs carrières qui sont ouvertes sur un calcaire compacte gris, renfermant divers fossiles, notamment des térébratules, des mytilus et des ossemens de sauriens et de tortues. Ce calcaire alterne en couches quelquefois assez minces avec des couches d'une argile verte, employée pour la fabrication de la poterie, et qui paraît former un passage aux marnes irisées : aussi les couches qu'on voit dans les carrières de Réhainvillers plongent-elles à l'O.

et paraissent-elles s'enfoncer sous les marnes irisées, qui se montrent en face, dans les collines qui forment les rives opposées de l'Aune et de la Meurthe. Les carrières que présente cette vallée et les nombreux tas de pierres qu'on y voit relevés autour des cultures sont le champ des recherches de M. Gaillardot, médecin à Lunéville, qui a réuni un grand nombre de fossiles du muschelkalk, dont il a fait part à M. Cuvier et à M. Brongniart. M. Cuvier a même décrit, d'après les échantillons et les notes qu'il a reçus de M. Gaillardot, les ossemens de grands sauriens et de tortues qui se trouvent dans le muschelkalk de cette contrée. (Voy. *Recherches sur les ossemens fossiles*, t. V, 2e part., p. 355.)

Fossiles du muschelkalk entre Domptail et Lunéville.

Espérons que la science sera bientôt redevable d'une liste complète des fossiles du muschelkalk de la vallée de la Meurthe à M. Gaillardot et à M. Mougeot, qui en possèdent des collections aussi remarquables par le nombre des espèces que par la beauté des individus. Je ne puis citer ici qu'un petit nombre de fossiles, que j'ai pour la plupart recueillis moi-même, et dont je dois la détermination à M. Lefroy et à M. Brongniart. Ces espèces sont les suivantes :

Encrinites moniliformis (Miller), encrinites liliformis (Schlotheim);

Ammonites nodosus (Schlotheim);

Ammonites semipartitus (Schlotheim);

Nautilus bidorsatus. Nautilites bidorsatus, (Schlotheim).

Cypricardia socialis (Lefroy), mytulites socialis (Schlotheim).

Mytilus eduliformis. Mytulites eduliformis (Schlotheim).

Terebratula vulgaris, terebratulites vulgaris ou subrotunda (Schlotheim).

Plagiostoma striata (Lefroy), chamites striatus (Schlotheim).

Trigonia pes anseris (Lefroy), trigonellites pes anseris (Schlotheim).

Ostracites pleuronectilites (Schlotheim).

Coquilles turbinées (moules intérieurs de plusieurs espèces).

Rhincolites Gaillardoti. (Schlotheim).

Rhincolites hirudo (Schlotheim).

Remarques générales sur les fossiles du muschelkalk.

Cette liste est certainement très-incomplète; cependant elle comprend tous les fossiles que j'ai vus revenir fréquemment et en abondance dans les diverses localités où j'ai eu occasion d'examiner la formation du muschelkalk, tant sur les pentes des Vosges, que sur celles du Schwartzwald, et sur celles des montagnes des Maures (Var). On n'y remarque ni productus ni bélemnites. En effet, je n'ai jamais remarqué la moindre trace de ces fossiles dans le muschelkalk, et je ne sache pas qu'on en ait jamais trouvé dans aucune couche de muschelkalk bien avéré. Si des bélem-

nites ont quelquefois été citées dans cette formation, je crois que ce n'a été que par des observateurs qui confondaient le lias avec le muschelkalk. On peut probablement en dire autant pour les gryphées. Je n'ai distingué dans le muschelkalk que deux ammonites, peut-être y en existe-t-il un plus grand nombre; mais ce qui m'a surtout frappé, c'est que, dans aucune des ammonites de cette formation que j'ai eu occasion de voir, je n'ai aperçu de ces festons compliqués, de ces persillures qui, dans des ammonites moins anciennes, marquent si souvent la jonction des cloisons avec l'enveloppe extérieure, mais que toutes, au contraire, ont des cloisons à inflexions simples, quoique multipliées, et qui présentent, seulement dans certaines parties de leur courbure, de petites dentelures pareilles aux dents d'une scie. Je crois, d'après cela, qu'on peut déjà pressentir que deux des caractères zoologiques de la formation du muschelkalk en Europe seront : 1°. qu'elle se distingue du zechstein, parce qu'on n'y trouve plus le genre productus; 2°. qu'elle se distingue du lias, parce qu'on n'y voit pas encore paraître les bélemnites, les ammonites persillées et les gryphées (à moins cependant, relativement aux gryphées, qu'on ne finisse par rapporter à ce genre une coquille épaisse, assez fréquente dans le muschelkalk, mais qui, ne se trouvant que rarement bien en-

tière, n'a pas encore été suffisamment étudiée).

Ne m'étant jamais occupé d'une manière spéciale de l'étude des êtres organisés, je n'insiste sur ces remarques que dans l'intérêt de la géologie; il me semble que, dans l'état actuel de cette science, il serait d'un grand intérêt que les observateurs fissent connaître s'il existe en Europe des couches contenant des productus, qu'on puisse avec certitude regarder comme plus récentes que le zechstein, ou des couches contenant des bélemnites qu'on puisse, sans crainte d'erreur, regarder comme plus anciennes que le lias (1).

Muschelkalk et marnes irisées près de Rambervillers.

§ 28. La ville de Rambervillers est située à peu près sur la ligne de jonction du grès bigarré et du muschelkalk, et, en se dirigeant de cette ville vers la côte d'Essey, on marche presque toujours sur le muschelkalk, sur lequel on voit, en quelques points, des lambeaux peu épais de marnes irisées, qui paraissent avoir échappé à la destruction qu'a éprouvée, dans ces endroits, le reste de cette formation.

Près du village de Haillainville, on entre tout-

(1) Voyez une note sur un gisement de végétaux fossiles et de bélemnites, situé à Petit-Cœur, en Tarentaise, que j'ai publiée dans les *An. des Sciences naturelles*, juin 1828.

Marnes irisées et basalte de la côte d'Essey.



à-fait dans les marnes irisées, qui constituent toute la côte d'Essey, à l'exception du petit plateau de grès du lias et du petit dôme de basalte qui forment son sommet. A quelque distance au-dessous de l'affleurement du grès du lias, on voit affleurer le calcaire magnésifère compacte, esquilleux et quelquefois celluleux, qui forme une des couches les plus constantes de la formation. Il paraît, d'après M. Gaillardot (1), qu'un peu au-dessous de ce calcaire on trouve des couches de grès, comme j'ai dit que cela a lieu constamment aux environs de Bourbonne-les Bains.

J'ai cherché à indiquer, dans la *fig.* 3, Pl. III, la disposition des couches dont je viens de parler, ainsi que la position du chapeau basaltique qui couronne la côte d'Essey :

K, muschelkalk; I, marnes irisées; *c*, couche de calcaire magnésifère dans les marnes irisées;

N, grès inférieur du lias; *b*, basalte.

En allant de la côte d'Essey à Charmes, on rencontre le muschelkalk dans le fond d'un vallon entre Saint-Broing et Saint-Remy-aux-Bois. Il y est clairement recouvert par les marnes irisées, sur lesquelles on marche jusqu'au bord de la Moselle, en face de Charmes, et qui, dans tout cet espace, se montrent plus ou moins à découvert.

(1) *Notice géologique sur la côte d'Essey*; par M. C.-A. Gaillardot, Lunéville, chez Guibal, 1818.

§ 29. La petite ville de Charmes, département de la Moselle, est bâtie sur la rive gauche de la rivière de ce nom, près du point où elle cesse de couler sur la formation du muschelkalk pour entrer dans celle des marnes irisées, qui lui est immédiatement superposée. Il résulte de cette disposition que le muschelkalk ne se montre qu'au fond de la vallée, sur les rives mêmes de la Moselle; tandis que les collines, qui s'élèvent de part et d'autre à des hauteurs variables, sont formées par les marnes irisées : les plus hautes sont même couronnées par le calcaire à gryphées arquées (lias des Anglais), accompagné du grès quarzeux, qui, dans cette contrée, fait toujours partie de ses assises inférieures. Muschelkalk près de Charmes.

Le rivage escarpé qui borde la Moselle sur la rive droite, en face de Charmes, présente des couches d'un calcaire compacte, gris de fumée, contenant des strates marneuses, qu'on reconnaît aisément pour appartenir aux assises supérieures du muschelkalk; il contient différens fossiles propres à cette formation, et notamment l'*ammonites nodosus*, la *terebratula vulgaris* ou *subrotunda*, la *cypricardia socialis*, le *plagiostoma striata*, etc. : ces couches calcaires paraissent plonger légèrement vers le N.-O.

§ 30. A l'O.-N.-O. de Charmes, le côté gauche de la vallée est assez escarpé, et cet escarpement Marnes irisées près de Charmes.

est formé en partie par un gypse, tantôt compacte, tantôt fibreux, gris, blanc ou rose, *g*, Pl. III, *fig.* 2, accompagné de marnes, les unes bigarrées, et les autres noires, et de couches d'un calcaire caverneux très-grossier. Cette réunion me paraît caractériser la partie inférieure des marnes irisées.

En s'élevant davantage sur le flanc de la même colline, on trouve une couche de 2 à 3 mètres d'épaisseur, subordonnée à des marnes irisées, d'un grès un peu micacé, peu dur et même un peu terreux, d'un brun rougeâtre et d'un jaune grisâtre mélangés par veines. Ce grès est presque intermédiaire, par sa nature minéralogique comme par sa position, entre le grès bigarré et le grès du lias; mais il ne doit être confondu ni avec l'un ni avec l'autre.

Un peu plus haut, on voit une couche *c* de 2 à 3 mètres d'épaisseur d'un calcaire blanc jaunâtre, compacte, à cassure esquilleuse. Cette couche, qui plonge au N.-O. sous un angle assez sensible, de même que celles qui la supportent et qui la recouvrent, constitue cependant une espèce de plateau, dans lequel des carrières sont ouvertes. Ce calcaire ne manque jamais de se retrouver avec les mêmes caractères et à peu près avec la même puissance, vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées.

Le banc de grès et le banc de calcaire dont je viens de parler ressemblent parfaitement à ceux qui se trouvent près de l'orifice des puits de la mine de Vic. Il ne manque ici que le sel gemme pour avoir au jour l'équivalent du système dans lequel on a poussé les travaux de cette mine.

En continuant à s'élever sur la pente de la colline, dans la direction de l'O.-N.-O., on marche pendant quelque temps sur les marnes irisées ordinaires, mais ensuite elles deviennent d'un gris verdâtre; ce qui annonce ordinairement qu'on touche à leur partie supérieure : aussi trouve-t-on presque aussitôt des couches minces de marne noire très-schisteuse et de grès quarzeux jaunâtre, peu solide, qui sont le commencement de la formation du grès inférieur du lias. Après un petit nombre d'alternatives de ces couches avec les marnes verdâtres, on ne voit plus, sur une épaisseur de quelques mètres, que le grès quarzeux, qui est jaunâtre, à grain fin, un peu friable. Au-dessus, on trouve le lias, qui forme le sommet de la colline, et qui est ici, comme par-tout ailleurs, un calcaire compacte bleu, un peu marneux, avec des parties spathiques contenant beaucoup de gryphées arquées, de plagiostomes, etc.

En allant de Charmes à Chatenoy, on marche jusqu'au village de Rouvres sur les marnes irisées ou sur le grès inférieur du lias, qui forme

le sommet de plusieurs collines. Les marnes irisées sont très-bien développées dans ce canton; on y voit très-bien le grès et le calcaire compacte, esquilleux, jaunâtre, qui se trouve à leur partie moyenne. On remarque aussi, vers leur partie supérieure, divers lits de calcaire caverneux et de calcaire compacte en rognons semblables à ceux qu'on voit à Vic dans la même position, et qu'on y désigne sous le nom de crapaud. De Rouvres à Chatenoy, on marche sur le lias.

(*Bords de la Sare.*)

Disposition générale des terrains dans la vallée de la Sare.

§ 31. La Sare prend sa source dans les montagnes de grès des Vosges qui avoisinent le Grand-Donon, et qui sont des plus considérables de celles que constitue ce grès dans le système des Vosges. Après avoir coulé pendant quelques lieues dans cette formation, la Sare en sort près de Niederhoff pour entrer dans le grès bigarré et bientôt après dans le muschelkalk.

Depuis Obersteinsel, près Sarbourg, jusqu'à Meitzheim, au-dessus de Sarguemine, elle coule sur les marnes irisées en laissant tout entière sur la rive droite, entre elle et les Vosges, la zône de muschelkalk, dont elle ne s'éloigne que très-peu. Elle retraverse ensuite cette zône, puis celle du grès bigarré et celle du grès

rouge, pour atteindre, dans le pays de Sarebruck, les couches de la formation houillère, sur lesquelles elle coule pendant quelque temps. Elle en ressort bientôt après pour rentrer, encore à travers le grès rouge, dans les formations du grès bigarré et du muschelkalk, qu'elle quitte définitivement, près de Mettloch, pour aller se jeter dans la Moselle, à Contz, après avoir circulé pendant quelque temps au milieu des collines de roches de transition qui forment la lisière du Hundsrück.

On conçoit, d'après cela, que la vallée de la Sare et les contrées qui l'avoisinent présentent de nombreuses occasions d'étudier les formations qui nous occupent en ce moment, et d'observer leurs rapports de position. Je vais rapporter successivement les observations que j'ai été à même d'y faire à ce sujet, en les rangeant dans l'ordre géographique dans lequel se présentent, en suivant le cours de la Sare, les lieux où elles ont eu lieu.

Grès bigarré, muschelkalk près de St.-Quirin.

§ 32. Le cours d'eau qui retient jusqu'à sa source le nom de Sare, et les autres cours d'eau qui, après s'être réunis, viennent le grossir à Lorquin, prennent également naissance dans les montagnes de grès des Vosges, et en sortent près de Niederhoff, de Saint-Quirin et d'Elberschweiller, pour entrer dans le grès bigarré. La vallée à

l'entrée de laquelle est bâtie la manufacture de glaces de Saint-Quirin, est creusée dans le grès des Vosges. En suivant la route de Lorquin, on voit, près de la chapelle de Notre-Dame-de-Laure, des couches épaisses et homogènes de grès, qui paraissent appartenir à la partie inférieure de la formation du grès bigarré. On voit des couches d'un aspect analogue et que tout indique être les mêmes sur les deux flancs de la vallée d'Elberschweiller, tout près de ce village. Plus haut, la vallée de la Rouge-Eau est creusée dans le grès rouge des Vosges. A Niederhoff, on voit, sur la rive gauche de la Sare, des couches d'un grès de couleur rouge amaranthe et gris bleuâtre, très-fissile et très-micacé. Elles s'inclinent légèrement vers l'O. et paraissent appartenir aux assises supérieures du grès bigarré. Je les ai vues reparaître près de Montigny. Le grès bigarré occupe, dans cette contrée, une zône continue entre le grès des Vosges, sur lequel il s'appuie, et le muschelkalk, par lequel il est recouvert et dont je vais maintenant dire quelques mots.

Cette formation se présente ici sous la forme d'un calcaire le plus souvent compacte, à cassure conchoïde, d'un gris plus ou moins foncé, renfermant fréquemment des entroques circulaires très-nettes et très-miroitantes. On y trouve des couches qui sont pétries d'une immense quantité de bi-

valves brisées, et qui se divisent en plaques minces, des masses à surface mamelonnée de calcaire compacte, renfermées dans des couches moins solides et un peu marneuses, et des masses cloisonnées provenant aussi de couches marneuses, accidens que nous avons déjà signalés, § 15, comme se présentant dans le muschelkalk des environs de Provenchères, de Serécourt et de Fresne-sur-Apance; on y voit aussi du quarz blanc celluleux, et du quarz noirâtre rubané, très-fragile, qui, comme nous le verrons plus tard, accompagnent le muschelkalk en plus grande abondance dans la vallée du Rhin. J'ai observé ce calcaire en place dans la colline qui domine au N.-O. le village de Fraquelsing, près Niederhoff. Loin d'être isolée, cette colline fait partie d'une rangée de hauteurs pareilles et composées de la même manière, qui, d'une part, s'étend au S.-E., en passant près de Baccarat, pour aller se rattacher à celles de Domptail et de Magnières déjà citées § 27, et qui, d'autre part, se prolonge au loin vers le N.-E. dans une direction opposée. Ces collines forment la tranche d'un plateau peu élevé, qui court parallèlement à la bande de grès bigarré signalée ci-dessus, et qui, s'abaissant peu à peu vers le N.-O., disparaît sous les marnes irisées qui paraissent aux environs de Lunéville, de Blamont et de Heming, et se pro-

longent sans interruption jusqu'à Dieuze, Vic et Château-Salins.

Grès bigarré près de Phalsbourg.

§ 33. La montagne de Saverne présente vers l'Est, c'est-à-dire du côté qui regarde la vallée du Rhin, une pente très-raide, ou une espèce d'escarpement, qui ne laisse voir, depuis le bas jusqu'au haut, que le grès des Vosges, dont les couches, à très-peu près horizontales, se dessinent çà et là à travers la forêt. A partir du sommet de cette montagne, le terrain s'abaisse vers l'Ouest, suivant une pente très-douce, et en suivant la route de Phalsbourg, on marche pendant quelque temps sur la surface du grès des Vosges; mais on ne tarde pas à apercevoir un changement dans la nature du sol, et on reconnaît alors que sa surface est formée par le grès bigarré, qui s'étend sur le grès des Vosges, dans lequel on voit aisément que sont creusées toutes les vallées qu'on aperçoit à droite et à gauche. Une carrière est ouverte dans le grès bigarré près de l'embranchement de la grande route de Phalsbourg avec le chemin d'Ingeweiller. Les couches qu'elle met à découvert penchent vers l'Ouest. Le grès y est d'un grain fin, peu dur, sans noyaux de quarz, d'une couleur rouge amaranthe, gris bleuâtre ou gris jaunâtre : ces teintes contrastent aussi bien que le grain fin et terreux de la roche avec la teinte uniformément rouge de brique et le grain

net et même un peu cristallin que présente le grès des Vosges de la descente de Saverne. Elles se montrent séparément dans des couches alternatives, et forment aussi des taches les unes au milieu des autres. Les couches inférieures de la carrière sont épaisses et peu schisteuses; les couches supérieures, au contraire, sont minces et se divisent aisément en feuillets très-minces: elles contiennent beaucoup de paillettes de mica blanchâtre, qui, étant disposées parallèlement à la stratification, produisent cette disposition schisteuse. Ce grès renferme des noyaux très-aplatis d'argile bleue; mais on y chercherait en vain ces galets de quarz blanc et gris rougeâtre si abondans dans certaines couches du grès des Vosges de la montagne de Saverne, et dont il est rare de le voir entièrement exempt sur une grande épaisseur.

La carrière dont nous parlons rappelle entièrement celles des environs de Plombières et plusieurs autres déjà citées dans la même formation, et on ne saurait un instant méconnaître que les couches qu'elle présente appartiennent au grès bigarré.

Un peu au-delà de Phalsbourg, en suivant la route de Sarbourg, on commence à voir des lambeaux de muschelkalk paraître sur le grès bigarré. Bientôt ce calcaire cache entièrement le

grès et finit par constituer tout le terrain jusqu'à ce qu'au-delà de Heming il disparaisse à son tour sous les marnes irisées, qui, de-là, s'étendent sans interruption jusqu'à la Seille.

Muschelkalk et marnes irisées aux environs de Sar-Albe.

§ 34. A partir des localités dont je viens de parler, les zônes parallèles de grès bigarré et de muschelkalk continuent à se prolonger N.-N.-E. le long des Vosges jusqu'à Bitche et au-delà. Je n'ai pas eu occasion d'étudier le grès bigarré dans cet intervalle ; mais, aux environs de Bouquenom et de Sar-Albe, j'ai pu observer le muschelkalk et les marnes irisées.

A l'Est d'une ligne tirée de Bouquenom à Ormingen (à 2 lieues Est de Sar-Albe), le sol est formé par le muschelkalk, qui constitue des collines et des plateaux assez élevés. Il présente plusieurs variétés de calcaires, que je crois devoir encore décrire, pour mettre le lecteur à même de bien juger quelles sont celles qu'on rencontre le plus habituellement dans cette formation. Les plus communes sont, comme à l'ordinaire, un calcaire compacte, d'un gris de fumée, à cassure conchoïde, quelquefois un peu esquilleuse en petit, et un calcaire compacte, d'un gris plus clair, passant quelquefois au gris jaunâtre ou verdâtre, à cassure unie en grand et inégale en petit, esquilleuse et d'un aspect un peu terreux. Ces deux variétés se trouvent souvent réunies

dans les mêmes strates : elles présentent alors la forme de veines plus ou moins exactement lenticulaires, qui s'entrelacent et se fondent les unes dans les autres près de leurs points de contact. On trouve aussi très-souvent dans le muschelkalk de cette contrée des veines d'un calcaire compacte, à cassure unie et un peu esquilleuse, tantôt bleu et tantôt brun, dans lequel on aperçoit une immense quantité de petits fragmens de coquilles et beaucoup de petites parties spathiques, qui paraissent être soit des fragmens encore plus petits de corps marins, soit des cristallisations calcaires qui ont rempli des vides laissés par des fragmens de corps organisés qui se sont décomposés. Les couches que forme le calcaire sont souvent séparées par des veinules de marne. Lorsque les blocs calcaires sont exposés à l'air, cette croûte marneuse est promptement entraînée par la pluie et laisse voir la surface du calcaire solide, qui présente le plus souvent un aspect un peu terreux et comme sableux. On remarque souvent sur cette surface de petites masses calcaires alongées, cylindroïdes, de 7 à 8 millimètres de diamètre, qui y sont fortement adhérentes, et qui, souvent, se traversent mutuellement sous des angles variables ; c'est aussi sur les surfaces des blocs dégagés de leur croûte terreuse qu'on trouve les échantillons les plus nets

des fossiles qui y sont répandus en grand nombre, mais le plus souvent trop empâtés dans la pierre, pour qu'on puisse les déterminer. J'ai trouvé adhérens à la surface de quelques-uns de ces blocs des entroques, qui, souvent, sont en même temps répandues en grande quantité dans l'intérieur de la masse et qui appartiennent à l'*encrinites liliformis*, à l'*ammonites nodosus*, au *mytilus eduliformis*, à la *cypricardia socialis*, à l'*ostracites pleuronectilites*, à la *terebratula vulgaris* ou *subrotunda*, au *plagiostoma striata* et un moule intérieur de coquille univalve.

On peut voir le muschelkalk très-bien développé dans les coteaux qui se trouvent à l'Est du village d'Ormingen, à une lieue Est de Sar-Albe, et qui se prolongent très-loin dans les directions du S.-S.-O. et du N.-N.-E. Si on traverse la rivière qui passe à Ormingen, qu'on monte sur les coteaux *r*, Pl. III, *fig.* 4, qui forment le flanc occidental de la vallée, on y trouve les assises supérieures du muschelkalk : elles consistent en assises calcaires peu épaisses, qui alternent avec des marnes ou argiles grises et vertes, qui paraissent être le commencement des marnes irisées, et qui rappellent complétement celles qu'on voit, dans la même position, aux carrières de Réhainvillers près Lunéville. Toutes ces couches plongent vers l'Ouest d'une manière

assez prononcée. Arrivé au haut de la côte *r*, on redescend assez doucement, à l'Ouest, vers Saltzbrunn sans rencontrer autre chose que les marnes irisées, qui, par conséquent, paraissent se trouver superposées au muschelkalk. Le hameau de Saltzbrunn tire son nom d'une source salée, pour la poursuite de laquelle un puits a été creusé autrefois sous la surveillance de M. Gillet-de-Laumont. Ce puits, qui a 85 pieds de profondeur, est creusé presque entièrement dans un gypse gris salé, qui appartient à la formation des marnes irisées, et très-probablement à leur partie inférieure, et qui, dans ce cas, serait l'équivalent exact des gypses inférieurs et du sel gemme de Vic.

A l'Ouest de Saltzbrunn, sur la rive gauche de la Sare, près de Sar-Albe, se trouve une colline de marnes irisées avec couches subordonnées de calcaire argileux, compacte et caverneux, qui appartient très-probablement aux couches moyennes de la formation des marnes irisées, et doit être supérieur au gypse de Saltzbrunn.

De là à Puttelange, le terrain est exclusivement formé par les marnes irisées, qui paraissent aussi se continuer sans aucune interruption jusqu'à Dieuze, Isming, Hellimer et Faulquemont.

§ 35. J'ai dit précédemment, § 10, que le hameau de Schönecken est bâti sur des couches

Grès bigarré et muschelkalk entre

Forbach et Sarguemine.

d'un grès friable, qui appartiennent à la partie inférieure du grès des Vosges, ou au grès rouge des Allemands (*rothe-todte-liegende*) et au-dessous desquelles des travaux de recherche ont atteint la formation houillère. Ces mêmes couches de grès friable constituent le sol des plaines qui, de Schönecken, s'étendent vers le S.-E., le S. et le S.-O., et notamment celle qu'on traverse pour aller de Schoënecken à Forbach, et de Forbach au pied de la première côte que rencontre la route qui conduit à Sarguemine. Le profil de cette côte, qu'on peut facilement étudier dans les fossés qui bordent la route, dans des déchiremens naturels et dans une carrière, m'a paru présenter beaucoup d'intérêt, à cause des indications qu'il fournit sur les rapports mutuels du grès des Vosges et du grès bigarré. La partie inférieure de la côte est formée par les couches moyennes et supérieures du grès des Vosges, contenant en quelques points des galets de quarz blanc et rougeâtre et traversées par de petits filons ferrugineux. Les grains quarzeux qui composent le grès sont quelquefois un peu gros et à surface irrégulière, quelquefois plus fins, et présentent des facettes miroitantes. Dans les assises les plus élevées, on trouve des veines d'une argile un peu micacée, d'une couleur rouge amaranthe foncée, marbrée

de gris bleuâtre; le grès lui-même ne m'a pas présenté de mica, et sa couleur est jusqu'en haut le rouge de brique, propre au grès des Vosges sans passage au rouge amaranthe, propre au grès bigarré; ses couches plongent légèrement au S.-E.

Elles sont recouvertes à stratification discordante par un lit de rognons *a*, Pl. III, *fig.* 5, de *dolomie*, qui plonge aussi au S.-E., mais sous un angle plus grand que les couches du grès des Vosges. Ces rognons de dolomie renferment une grande quantité de grains de quarz tout-à-fait pareils à ceux qui constituent le grès des Vosges, sur lequel ils reposent. Cette dolomie est d'un jaune pâle dans l'intérieur des rognons, et passe au rouge en approchant de leur surface; la cassure est légèrement cristalline, et brille de l'éclat nacré propre à la dolomie; le moindre essai chimique lève d'ailleurs tous les doutes quant à la présence et à la forte proportion de la magnésie.

Le grès bigarré repose sur le grès des Vosges à stratification discordante.

Rognons de dolomie.

Ces rognons de dolomie sont enveloppés et en partie recouverts par une argile sableuse d'un gris violacé, contenant beaucoup de petites paillettes de mica, et dont certaines parties sont agglutinées en rognons irréguliers par un ciment dolomitique.

Au dessus de cette couche de sable argileux,

dont l'épaisseur n'est que de quelques décimètres, se trouve un nouveau lit de rognons dolomitiques analogue au premier. La même alternative de rognons dolomitiques et de sable argileux se répète plusieurs fois sur une épaisseur d'environ deux mètres.

La partie la plus élevée de ce système est formée par des rognons de dolomie, qui contiennent non-seulement des grains de sable comme les précédens, mais des fragmens irréguliers de quarz de diverses grosseurs et la plupart translucides et incolores; ces fragmens quarzeux sont, pour ainsi dire, le prélude du grès bigarré, qui commence immédiatement au-dessus par des couches d'un grès quarzeux, très-grossier, formé de grains amorphes et irréguliers de quarz incolore, réunis par un ciment peu abondant, dont la couleur varie d'un point à l'autre et est souvent violacée ou ocreuse; on y voit de petites veines amygdalines d'argile violette et bleuâtre; à mesure qu'on s'élève dans les couches superposées les unes aux autres, on voit la couleur rouge amaranthe devenir plus constante, et le grain du grès devenir de plus en plus fin et régulier; on en trouve une couche, entre autres, dont le grain est à-peu-près de la même grosseur que celui du grès des Vosges et qui présente de même beaucoup de

grains à surface miroitante, mais en s'élevant plus haut on voit le grain du grès devenir encore plus fin et plus terreux; on y voit aussi paraître en abondance des paillettes minces de mica argentin, propres au grès bigarré et si rares dans le grès des Vosges. Dans toute cette partie inférieure du grès bigarré, les couches sont fort épaisses; on y a ouvert une carrière de pierres de taille; dans les parties supérieures de la carrière, les paillettes de mica deviennent plus abondantes et prennent constamment une direction parallèle à la stratification du grès, ce qui lui donne une disposition schisteuse; cette disposition augmente avec l'abondance du mica, dans les couches encore plus élevées, que les fossés de la route mettent à découvert en approchant du sommet de la côte. On voit aussi dans ces dernières couches la couleur gris bleuâtre se mélanger par grandes taches à la couleur amaranthe. Enfin, au sommet de la côte, on trouve une petite carrière, ouverte sur des couches tout-à-fait fissiles de grès en partie amaranthe, en partie gris bleuâtre, et en partie d'un jaune ocreux : cette dernière variété, présente un grand nombre d'empreintes végétales (calamites).

Il est aisé de reconnaître, dans la série qui vient d'être indiquée, toutes les couches dont

se compose ordinairement dans ces contrées la formation du grès bigarré; on voit qu'elles sont séparées du grès des Vosges par une assise de sable argileux micacé, d'un gris violacé, contenant des rognons de dolomie, qui repose à stratification discordante sur la surface du grès des Vosges: il semble que par là le grès bigarré se sépare nettement du grès des Vosges.

On pourrait, au premier abord, trouver dans les rognons de dolomie dont il vient d'être question, la représentation du calcaire magnésien de l'Angleterre et du zechstein de la Thuringe. Mais si on réfléchit qu'en un grand nombre de points des Vosges, M. Voltz a signalé des rognons, ou même des couches d'une dolomie tout-à-fait analogue à la jonction du grès des Vosges proprement dit, et des couches friables de sa partie inférieure, qui paraissent représenter exactement le rothe-todte-liegende de la Thuringe, on verra que ces rognons de dolomie ne sont que des accidens locaux, et que si dans les Vosges il existe une formation parallèle aux zechstein, ce ne peut être que le grès des Vosges lui-même, qui sépare, l'un de l'autre, les deux gisemens de dolomie dont je viens de parler.

A partir du haut de la côte dont je viens de faire connaître le profil, la route de Sarguemine est tracée pendant une certaine longueur sur le

grès bigarré. Dans une carrière située au village d'Esseling, on trouve aussi des empreintes végétales; mais elles sont dans une couche d'un jaune sale, ce qui est la couleur ordinaire du grès bigarré impressionné.

Près du village d'Esseling, on voit les couches supérieures du grès bigarré passer à une marne schisteuse bleuâtre, qui contient des couches subordonnées d'un calcaire compacte ou légèrement subsaccharoïde (dolomie?), d'un blanc jaunâtre, qui sont le commencement du muschelkalk, qui forme les collines environnantes. On voit ainsi, de la manière la plus claire, la superposition et les relations de ces deux formations. Ces couches, situées à leur jonction, présentent dans cette contrée, comme à Sierk et à Dalheim, des amas de gypse, qui sont l'équivalent du second gypse de la Thuringe, et qui diffèrent entièrement, par leur position, du gypse si répandu en Lorraine, en Alsace et en Franche-Comté, dans les marnes irisées supérieures au muschelkalk. Le muschelkalk des collines que je viens de citer consiste, comme cela a lieu le plus souvent, en un calcaire compacte gris de fumée, contenant divers fossiles. Certaines couches sont oolithiques et blanchâtres.

§ 36. Le vieux château de Forbach est bâti sur un monticule formé par les couches moyennes

de la formation du grès des Vosges. Elles sont, comme à l'ordinaire, assez solides, traversées par de petits filons ferrugineux, et contiennent, quoique en petite quantité, des galets de quarz rougeâtre et de quarz blanc.

Grès bigarré, muschelkalk et marnes irisées entre Forbach et Puttelange.

Les collines situées plus au midi et sur le penchant desquelles est bâti le village d'Öttingen, Pl. III, *fig.* 6, sont formées à leur pied par le grès bigarré, dont les couches plongent de 5 à 6 degrés vers le S., et vers le haut par le muschelkalk, qui repose sur le grès bigarré, et qui se lie à lui de la manière que j'ai indiquée ci-dessus en parlant des environs d'Esseling, § 35.

Le muschelkalk consiste ici, comme dans le plus grand nombre des cas, en un calcaire compacte gris de fumée, présentant différens accidens et renfermant divers fossiles, notamment la terebratula vulgaris ou subrotunda, l'ammonites semi-partitus, le mytilus eduliformis, etc.; ses couches plongent vers le midi. En avançant vers Tenteling et Metzing, on parcourt d'abord un terrain formé exclusivement par le muschelkalk, puis on rencontre des lambeaux de marnes bleuâtres et rouges, qui se divisent à l'air en petits fragmens à surface conchoïde, et qui appartiennent à la formation des marnes irisées, superposée au muschelkalk.

A Metzing, on quitte tout-à-fait le muschel-

kalk pour entrer sur un sol formé exclusivement par les marnes irisées. Près de ce village on voit, dans ces marnes, des couches subordonnées d'un grès jaunâtre, schistoïde, un peu micacé, à grain fin et un peu terreux, d'un calcaire compacte jaunâtre, à cassure un peu esquilleuse et d'un calcaire très-caverneux, couches qui, comme je l'ai déjà indiqué plus d'une fois, se trouvent toujours vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées, dans les lieux où cette épaisseur se montre tout entière.

De Metzing à Puttelange, on ne voit que les marnes irisées, et il est très-probable qu'elles s'étendent sans interruption jusqu'au pied des côtes élevées, ce qu'on voit vers le S.-O., du côté de Hellimer, et que ces dernières présentent, à leur partie supérieure, un lambeau du grès inférieur du lias ou même des couches calcaires de cette formation.

Grès bigarré, muschelkalk et marnes irisées entre Creutzwald et Bouzonville.

§ 37. Creutzwald, village situé à trois lieues au S. de Sar-Louis, est connu par les mines de fer qui s'exploitent dans ses environs; le terrain y est formé par des couches d'un grès friable, ou plutôt d'un sable presque incohérent, tantôt rougeâtres, tantôt jaunâtres, dépourvues de galets arrondis, qui appartiennent à la partie inférieure du grès des Vosges. Ces couches sont traversées, comme l'est en général toute la masse de cette

formation, par un grand nombre de petits filons, dans lesquels les grains quarzeux du grès se trouvent fortement agglutinés par un ciment très-abondant de fer hydraté. En quelques points, ces petits filons deviennent assez nombreux et assez riches pour être exploités comme minérai de fer, soit dans les dépôts formés par lavage naturel, qui couvrent quelques points de la surface du sol, soit en place.

En allant de Creutzwald à Dalheim, village situé à une lieue plus à l'O., on marche constamment sur diverses couches de la formation du grès des Vosges. Près du moulin de Flash, on voit des rochers P, Pl. III, *fig.* 7, formés par des couches légèrement inclinées vers l'O. d'un grès quarzeux rougeâtre, contenant des galets arrondis de quarz blanc ou rougeâtre. Ces couches appartiennent à la partie moyenne du grès des Vosges; elles reposent immédiatement sur les couches friables citées plus haut.

On peut monter de Dalheim sur le plateau de Tromborn par un ravin assez profond, qui montre à nu les diverses couches qui se succèdent depuis les assises inférieures du grès bigarré, qui se montrent aux environs de Dalheim, jusqu'aux assises supérieures du muschelkalk, sur lesquelles est bâti le village de Tromborn. Les assises supérieures du grès bigarré passent à des

marnes un peu schisteuses, verdâtres ou rouges, contenant des veines d'un gypse blanc fibreux, qui paraît être l'équivalent géologique du second gypse de la Thuringe. Sans parler de leur position géologique, ces marnes gypsifères se distinguent aisément des marnes irisées par leur schistosité et par la présence d'une grande quantité de petites paillettes de mica pareilles à celles qu'on trouve habituellement dans les assises supérieures du grès bigarré. Ces marnes ressemblent tout-à-fait à celles que j'ai indiquées, § 13, dans la partie supérieure du grès bigarré, entre Bains et Fontenois, où on les emploie à faire des briques. En continuant à monter dans le ravin dont nous parlons, on voit ces mêmes marnes passer à un calcaire grisâtre ou verdâtre, marneux et schistoïde, qui forme les premières assises du muschelkalk. On marche ensuite jusqu'à Tromborn sur des assises de plus en plus élevées de cette formation calcaire, qui se présente ici avec ses caractères les plus ordinaires et avec ses fossiles accoutumés (ammonites nodosus, mytilus eduliformis, terebratula vulgaris, encrinites liliformis).

Le plateau étroit sur lequel est bâti le village de Tromborn s'alonge dans la direction du N.-N.-E. au S.-S.-O.; il présente une pente très-rapide vers l'E.-S.-E., et s'abaisse au contraire en

pente beaucoup plus douce vers Bouzonville, dans la direction de l'O.-N.-O., qui est celle de l'inclinaison des couches du muschelkalk. En se dirigeant vers Bouzonville, on voit bientôt paraître sur la surface du muschelkalk quelques lambeaux de marnes irisées, restes des couches inférieures de cette formation; et enfin, aux environs de Bouzonville, le muschelkalk cesse de paraître au jour, et les marnes irisées constituent entièrement la surface du sol.

§ 38. Les dernières localités que nous venons de citer ne font pas réellement partie du système des Vosges, mais se groupent plutôt autour des pentes du Hundsrück. Nous n'en avons parlé que pour avoir de nouvelles occasions de faire connaître les rapports qui existent entre les formations du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées. Le même motif nous conduit à donner quelques détails sur les environs de Sierk et de Luxembourg.

Roches quarzeuses de transition de Sierk.

La petite ville et le vieux château de Sierk sont bâtis au bord de la Moselle, près de sa sortie du territoire français, sur des proéminences escarpées, formées par des roches quarzeuses T, Pl. III, *fig.* 8, qui, à peu de distance, forment des collines d'une certaine élévation, dans les flancs desquelles sont ouvertes de nombreuses carrières de pavés, de dalles, etc.

Les couches de ces roches quarzeuses sont dirigées moyennement du N.-E. au S.-O., et plongent vers le S.-E. sous un angle qui varie de 20 à 40 degrés. D'après cela, elles se trouvent à-peu-près, quant à la direction, dans le prolongement des couches de roches quarzeuses qu'on voit dans la partie la plus rapprochée du Hundsrück, près de Mettloch. Elles sont généralement plus ou moins schisteuses. Elles consistent en un grès quarzeux, un peu micacé, à ciment quarzeux, qui adhère si bien aux grains, qu'il les rend souvent presque indistincts, et fait alors passer la roche au quarz compacte. La couleur est un rouge violacé, mêlé de taches d'un blanc bleuâtre. Les plans de séparation des couches ou des feuillets sont couverts de mica d'un rouge pâle et violacé. Quelques couches se réduisent à des espèces d'amandes de grès quarzeux enveloppées dans une sorte d'argile schisteuse rouge micacée. Ces couches ont de grands rapports de structure avec le marbre de Campan.

Je n'ai pas trouvé de fossiles dans les roches quarzeuses de Sierk. Elles me paraissent avoir de très-grands rapports avec le grès de Mai, près Caen, qu'on rapporte généralement au grès rouge ancien des Anglais. On pourrait aussi les rapprocher des roches quarzeuses de Cherbourg.



Dans tous les cas, on ne peut les faire sortir des terrains de transition.

Grès bigarré, muschelkalk et marnes irisées entre Sierk et Bouzonville.

Les roches quarzeuses de Sierk sont immédiatement recouvertes par un grès quarzeux H rougeâtre, avec des taches bleuâtres, assez solide, dont les fissures de stratification sont couvertes de paillettes de mica minces et translucides, dont les couches plongent légèrement au S.-E., et qui se rapporte évidemment au *grès bigarré*. Dans sa partie supérieure, ce grès bigarré devient marneux et passe à une marne tantôt rouge, tantôt bleuâtre ou grisâtre, qui est toujours un peu schisteuse, et qui, par là, se distingue même, indépendamment de toute autre considération, des marnes irisées. Dans cette marne, se trouvent des amas *g* de gypse blanc ou rougeâtre, compacte ou fibreux, qu'on exploite comme pierre à plâtre, et qui paraît correspondre proprement au second gypse de la Thuringe.

Un peu au-dessus du gypse, on voit commencer le muschelkalk K, qui recouvre évidemment le système précédent. Les premières couches sont formées d'un calcaire gris, compacte et celluleux, et d'un calcaire jaunâtre, subsaccharoïde, et contenant un grand nombre de petites coquilles peu distinctes. Dans le reste de la masse du muschel-

kalk, qui est ici très-épais, je n'ai pas trouvé de fossiles. Il est constamment jaunâtre ou grisâtre, et subsaccharoïde, à petites facettes très-brillantes, souvent un peu oolithique, quelquefois un peu celluleux, et quelquefois parsemé de points verts ou noirs. Ces caractères, très-différens de ceux du muschelkalk ordinaire, se rapprochent de ceux du muschelkalk des environs de Bourbonne. Il est du reste indubitable, d'après sa position, que le calcaire de Sierk, quelque singulier qu'il soit, appartient à la formation du muschelkalk. Il est magnésifère.

On va de Sierk à la Haute-Cierque par des vallons, ou plutôt des ravins bordés d'escarpemens du muschelkalk, qui conserve les caractères indiqués ci-dessus.

Le village de la Haute-Cierque est bâti sur la partie supérieure du muschelkalk, dont les couches plongent légèrement au S.-E., et à peu de distance au S.-E. de ce village, on trouve le sol, composé de marnes bleuâtres et rougeâtres se désagrégeant en petits fragmens, dont les surfaces présentent des formes conchoïdes, qui sont le commencement des marnes irisées, qu'on voit ici bien clairement être supérieures au muschelkalk. De ce point à Bouzonville, on marche toujours sur les marnes irisées.

§ 39. Le muschelkalk des environs de Trom- Marnes iri-

séeS au nord de Luxembourg. born et de Sierk se prolonge au loin vers le nord, et se retrouve à Greven-Macheren, dans la vallée de la Moselle. Tout indique qu'il occupe une position intermédiaire entre le grès bigarré des environs de Trèves et les marnes irisées des environs de Luxembourg. On y exploite des carrières de pierre à chaux, dont la chaux, grasse, contraste avec la chaux maigre et hydraulique que donne le lias des environs de Luxembourg. Je n'ai pu observer, ni ce calcaire, ni le grès bigarré de Trèves; mais j'ai eu occasion de voir les marnes irisées d'Elmsingen et les carrières de gypse qui y sont ouvertes, et je vais entrer dans quelques détails à leur sujet.

A partir de Bereldingen (1 lieue N. de Luxembourg), la vallée de l'Alzette, qui, au-dessus, est creusée uniquement dans le grès inférieur du lias (l'un des trois quadersandstein des Allemands), commence à entamer les marnes irisées qui le supportent. Entre Elmsingen et Heisdorf, sur le flanc droit de la vallée, se trouvent des carrières de gypse assez considérables, ouvertes dans des amas de cette substance renfermés dans les marnes irisées. Ces amas sont les masses les plus basses (géologiquement) que j'aie vues dans le pays de Luxembourg. N'ayant pas descendu la vallée plus bas, je ne sais pas si on y voit les marnes irisées reposer sur le muschelkalk. Au-

dessus des amas gypseux, on voit une assez grande épaisseur de la formation des marnes irisées, mise parfaitement à découvert par les ravins qui la déchirent. Elle se compose de marnes lie de vin et bleuâtres, se divisant en petits fragmens anguleux, sans aucune disposition schisteuse, qui forment la masse principale et renferment diverses couches de calcaire compacte gris ou jaunâtre, un peu esquilleux, très-magnésifère, de calcaire celluleux, de marnes noires feuilletées, de grès marneux un peu micacé, bleuâtre, etc. Je crois, d'après l'analogie des couches subordonnées avec celles que j'ai vues dans les marnes irisées en quelques autres lieux, que les amas de gypse d'Elmsingen occupent, dans la formation des marnes irisées, un niveau relatif très-bas, et se trouvent à peu de distance du muschelkalk. La partie supérieure des marnes irisées présente une couche épaisse de marnes vertes non feuilletées, qui est immédiatement recouverte par une assise de marnes noires très-schisteuses, qui paraissent être la première assise de la formation du lias. Ces marnes noires sont accompagnées par un calcaire compacte, bleu, à cassure un peu inégale, présentant des points spathiques, de petites entroques, des plagiostomes, etc., et qui paraît devoir être considéré comme une première couche de calcaire à gry-

phées arquées, dont la masse principale se trouve au-dessus du grès qui vient immédiatement après la couche calcaire citée ci-dessus. Ce grès, qui est ici fort épais, s'élève jusqu'au niveau des plateaux qui bordent la vallée à droite et à gauche. Il renferme des bancs coquilliers. Parmi les fossiles qu'il renferme, on remarque des ammonites différentes de celles du muschelkalk, et des pines marines, qui sont également étrangères au muschelkalk, et se trouvent, au contraire, dans le calcaire à gryphées. Cette observation, jointe à la présence d'un des plagiostomes du lias dans la couche de calcaire bleuâtre, qui se montre à la partie inférieure du même grès, m'a fait conclure que ce grès est en connexion plus intime avec le calcaire à gryphées arquées qui le recouvre, qu'avec le muschelkalk et les marnes irisées, et m'a conduit à l'appeler grès inférieur du lias, comme l'a déjà proposé M. Keferstein.

(*Vallée de la Seille.*)

Situation de la vallée de la Seille.

§ 40. La Seille sort de l'étang de Lindre, situé un peu à l'E. de Dieuze, et va se jeter, à Metz, dans la Moselle, après avoir arrosé Dieuze, Marshal, Moyenvic, Vic, Petoncourt, etc. Jusqu'au-delà de Petoncourt, la Seille coule sur les marnes irisées, et il en est de même de toutes les petites rivières qui viennent la grossir, depuis sa source

jusqu'à ce village; mais les plateaux qui s'élèvent entre cette rivière et ses affluens sont souvent formés par une épaisseur plus ou moins grande de couches arénacées ou calcaires, supérieures aux marnes irisées, et qui appartiennent à la formation du lias.

Couches qui s'y observent.

Toutes les couches qui se montrent dans la vallée de la Seille, et toutes celles qui ont été atteintes par les travaux souterrains exécutés à l'occasion de la découverte faite, en 1819, d'un grand dépôt de sel gemme, qui s'étend au-dessous de son sol et même beaucoup en delà de ses limites, sont maintenant parfaitement connues, tant en elles-mêmes que dans leur ordre de superposition. Elles ont été décrites par plusieurs géologues qui ont eu occasion de les examiner avec beaucoup plus de détail que je n'ai pu le faire moi-même dans les deux courses rapides que j'y ai faites en 1821 et en 1825 (1).

---

(1) Voyez particulièrement la *Notice géognostique sur les environs de Vic*, publiée par M. Voltz, ingénieur au Corps royal des Mines, dans les *Annales des Mines*, t. VIII, p. 229, ainsi que la note additionnelle qui contient la description des couches traversées par le puits Becquey. Voyez aussi l'ouvrage allemand, intitulé : *Geognostiche umrisse der rheinländer zwischen basel und mainz mit besouderer rucksicht, auf das vorkommen des steinsal-*



Manière dont les couches qui s'observent dans la vallée de la Seille doivent être rapprochées de celles qui ont été décrites ci-dessus.

Je ne m'arrêterai donc pas à les décrire; mais je crois qu'il ne sera pas inutile de consigner ici quelques remarques sur le rang qu'occupent plusieurs d'entre elles dans la série géognostique, et je vais indiquer brièvement de quelle manière elles me paraissent devoir être rapprochées de celles que j'ai décrites précédemment dans des localités où leur position géognostique ne pouvait être l'objet d'aucune discussion. Je me range à l'opinion de M. Voltz relativement aux deux assises supérieures du terrain qu'il rapporte au lias et au quadersandstein; mais je crois que toutes les couches inférieures, tant celles qui se montrent au jour sur les flancs de la vallée de la Seille, que celles qui ont été reconnues par les sondages et les travaux souterrains exécutés à Vic, se rapportent sans exception à la formation des marnes irisées, décrites, pour la première fois, par M. Charbaut, dans les *Annales des Mines*, tom. IV, pag. 585, et sont supérieures aux formations du muschelkalk, du grès bigarré et du gypse ancien de la Thuringe, auxquelles M. Voltz rapporte les plus basses.

Pour classer cet ensemble de couches, je prends pour point de repère le système de couches cal-

---

zes; publié par MM. d'Oeynhausen, de Dechen et de la Roche.

caires et de couches de grès situé vers le milieu de son épaisseur, à l'orifice du puits Becquey, et que M. Voltz décrit, pag. 241 à 246, sous le nom de calcaire inférieur et de grès bigarré, n°s. 6, 7 et 8. Il m'a paru que ce système était identique avec celui que j'ai signalé dans les § 19, 20, 21, 22, 23 et 28, comme se rencontrant au milieu de l'épaisseur des marnes irisées, sur les flancs des collines des environs de la Marche, de Bourbonne-les-Bains, de Noroy, de Charmes, et vers le haut de la côte d'Essey.

Le grès n°. 8, qui se montre à l'entrée des travaux souterrains de la mine de Vic, et que M. Voltz décrit, p. 245 et 246, sous le nom de grès bigarré, ressemble en effet beaucoup à celui qu'on désigne généralement sous ce nom; cependant si on l'examine de très-près, on reconnaît que son grain est plus terreux que ne l'est ordinairement celui du grès bigarré; que dans les parties de couleur bigarrée, le mélange de couleurs a plutôt lieu par petites mouchetures que par taches assez larges, comme dans le grès bigarré, et qu'en outre les parties violettes y sont d'un violet plus foncé. On retrouve ces mêmes couches de grès hors des travaux souterrains en différens points, qui en sont plus ou moins éloignés.

Entre Vic et Moyenvic, dans la vallée de la

Seille, on trouve, à quelques mètres au-dessus du niveau de cette rivière, un grès à grain fin, presque friable, un peu schisteux et micacé, tantôt rouge, tantôt d'un gris jaunâtre, avec de petites taches vertes et de très-petites taches noires. Il renferme des débris charbonneux, qui forment quelquefois de petites couches, mais qui sont tellement mélangés de matières terreuses qu'ils peuvent à peine brûler; on y a vainement cherché des couches réglées d'un combustible exploitable; toutefois il me paraît évident que ce gisement est à très-peu près l'équivalent de celui dans lequel on exploite la couche de combustible de Noroy citée plus haut, § 23.

A environ un quart de lieue au S. de la mine de Vic, M. Levallois m'a montré une petite carrière ouverte dans ce même grès. Il y est d'un gris jaunâtre, d'un grain fin et terreux, légèrement schisteux, et présente sur les surfaces des feuillets un grand nombre de paillettes de mica grisâtre, encore plus petites et plus minces que celles qui se rencontrent dans le grès bigarré; ce grès présente des empreintes végétales difficiles à déterminer, et qui paraissent se rapporter soit au genre calamites, soit au genre equisetum, mais qui semblent appartenir à une espèce différente de celle qui se rencontre

si fréquemment dans le grès bigarré de ces contrées. Des empreintes végétales très-nombreuses et que je crois en partie analogues aux précédentes, ont été trouvées en divers points dans le grès des marnes irisées, notamment à Bussières-les-Belmont, par M. Lacordère.

L'affleurement de ce grès se trouve à quelque distance au S. de celui d'une couche, de quelques mètres d'épaisseur, d'un calcaire compacte, grisâtre, maigre au toucher, à cassure esquilleuse, très-magnésifère, et complétement analogue à celui dont j'ai indiqué plusieurs fois l'existence vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées. Le grès paraît s'enfoncer dessous. Ce calcaire se montre au jour en différens points des environs de Vic, notamment près le village de la Rochette sur la route de Vic à Lunéville, au S. de Vic sur la route d'Invrecourt, et dans l'enceinte qui renferme l'entrée des puits de la mine de sel gemme. Mais c'est surtout dans les puits eux-mêmes qu'on a pu parfaitement reconnaître la position de ce calcaire, que M. Voltz appelle calcaire n°. 6, au-dessus du grès précédent, qu'il désigne sous le n°. 8, et dont il est séparé par une couche de marne grise friable, n°. 7. Au-dessous du grès n°. 8, on a trouvé, en fonçant les puits, une couche de $0^m,50$ d'épaisseur d'un calcaire analogue à celui n°. 6,

circonstance que j'ai vue se reproduire en plusieurs points des environs de Bourbonne et ailleurs, où le grès et le calcaire magnésifère du milieu des marnes irisées ne se réduisent pas toujours à une couche unique, mais où la couche principale est souvent accompagnée de petites couches accessoires, dont l'ordre n'est pas constant.

Il y a, dans l'aspect général, la structure et la disposition générale d'une série de couches minérales, tant de choses dont on ne peut donner une idée complète dans une description écrite, sans tomber dans des longueurs qui en rendent la lecture presque impossible, qu'après avoir brièvement indiqué les points de rapprochement qui me paraissent exister entre les grès et les calcaires magnésifères de l'entrée de la mine de Vic, et ceux que j'ai constamment indiqués vers le milieu des marnes irisées, je me borne à en appeler au jugement que portera sur l'identité de ces couches tout observateur qui aura visité Vic et l'une des localités que j'ai décrites plus haut.

M. Voltz dit, page 243, qu'il a retrouvé le calcaire n°. 6 jusqu'au village d'Essey-la-Côte, où il est recouvert par le grès n°. 3 (grès inférieur du lias, quadersandstein). En effet, à la côte d'Essey, la portion supérieure des marnes irisées qui sépare notre calcaire magnésifère du

lias se réduit à une très-petite épaisseur; tandis que la partie inférieure qui sépare le même banc du muschelkalk proprement dit, qui forme les plaines environnantes, et qui y est caractérisé par les fossiles propres à cette formation, est au contraire très-développée. J'ajouterai encore ici que les couches qui, dans la vallée de la Seille, se montrent entre le lias et le calcaire compacte, esquilleux, magnésifère, n°. 6 de M. Voltz, m'ont paru absolument identiques avec celles que j'ai trouvées à la partie supérieure des collines des environs de Bourbonne-les-Bains, de Charmes, etc., entre le lias et la couche de calcaire compacte, esquilleux, magnésifère, et que de plus les couches de marnes qu'a traversées le puits Becquey, par leur disposition souvent un peu schisteuse et leur passage fréquent à la couleur grise, me paraissent se rapprocher complétement de celles qui, dans les parties inférieures des mêmes collines, se trouvent comprises entre le calcaire compacte, esquilleux, magnésifère et la surface supérieure du muschelkalk. Les masses gypseuses traversées par les travaux souterrains de Vic renferment du gypse anhydre, comme celles rencontrées dans la partie inférieure des marnes irisées par les travaux de recherche de Noroy, dont j'ai parlé plus haut, § 23. En un mot, il me paraît indubitable que si, après avoir

lu attentivement la description donnée par M. Voltz, des couches qui se montrent près de Vic, depuis le fond de la mine de sel gemme, jusqu'aux plateaux de lias, on se transporte sur les plateaux de muschelkalk des environs de la marche de Bourbonne-les-Bains ou de Charmes, et qu'on s'élève sur les pentes des collines de marnes irisées qui le surmontent, on ne manquera jamais d'y reconnaître ces mêmes couches dans le même ordre. Il me paraît donc évident que les masses de sel gemme de Vic se trouvent renfermées dans les couches les plus anciennes des marnes irisées.

Liaison des marnes irisées de la vallée de la Seille avec celles des localités décrites plus haut.

La disposition générale des terrains dans la contrée qui nous occupe s'accorde complétement avec la manière de voir que je viens d'énoncer. Si l'on supprimait par la pensée les lambeaux de lias qui forment des plateaux isolés à l'E. de Mohrange, de Château-Salins et de Rosières-aux-Salines, le terrain dans lequel est creusée la vallée de la Seille, au-dessus de Petoncourt, se prolongerait sans interruption au N., à l'E. et au S. jusqu'à une distance de plusieurs myriamètres. Cette étendue de pays formerait, non un bassin, complétement fermé, mais une espèce de golfe, dont le fond ondulé serait entièrement formé par les marnes irisées, et qui s'avancerait vers l'E.-N.-E. dans une sinuosité du muschelkalk. Ce calcaire,

qui représente ici le rivage, constitue, sur les bords de l'espace dont nous parlons, une sorte de ceinture qui embrasse à-peu-près les trois quarts de l'horizon de Vic.

Quelle que soit la ligne suivant laquelle on se dirige de Vic vers cette ceinture, on ne rencontrera, avant de l'atteindre, aucune roche qu'on puisse distinguer de celles qui se trouvent comprises entre le lias et les bancs les plus profonds de sel gemme, et on laissera successivement derrière soi les affleuremens de toutes ces couches. Les dernières qu'on rencontrera présenteront les plus grands rapports avec celles qui alternent avec le sel gemme, et l'on verra les couches supérieures du muschelkalk, présentant les fossiles les plus caractéristiques, sortir de dessous leur affleurement. J'ai déjà indiqué cette disposition en décrivant les environs de Lunéville et quelques points de la vallée de la Sare : elle suffirait seule pour prouver que le sel gemme de la vallée de la Seille forme des masses intercalées dans les assises des marnes irisées les plus voisines du muschelkalk, auquel elles sont supérieures, et qui les sépare nettement et complétement du grès bigarré. Cette manière de les placer dans la série géognostique, que j'ai discutée plusieurs fois avec différens géologues depuis mon premier voyage à Vic, en 1821, a encore

en sa faveur de se trouver d'accord avec l'opinion que MM. d'Oyenhausen, de Dechen et de la Roche, en 1823, et M. Keferstein, en 1825, ont adoptée, de leur côté, en visitant Vic, et qu'ils ont appuyée par des rapprochemens tirés de la comparaison de cette localité avec des contrées que je n'ai pas visitées.

Les faits exposés ou rappelés dans les pages précédentes montrent que la formation des marnes irisées est extrêmement constante dans la nature, le nombre et l'ordre de superposition des couches qui la composent. Sa stratification, généralement très-régulière, ne se dérange, dans les parties visibles à la surface, qu'à l'approche des amas de gypse qu'elle renferme. On voit constamment ses couches s'arquer et se contourner d'une manière souvent très-brusque autour de ces amas. Cette disposition, dont la constance est remarquable, me paraît être une des circonstances qui méritent le plus d'être prises en considération par les géologues qui s'occuperont de remonter à l'origine des gypses que présentent les marnes irisées. Peut-être n'y avait-on pas fait assez d'attention lorsqu'on a dit en termes généraux que ces gypses étaient dus à l'évaporation graduelle d'une grande masse d'eau chargée de sulfate de chaux, hypothèse qui n'aurait quelque chose de plausible qu'autant que le gypse for-

merait des couches continues, ou se trouverait disséminé uniformément dans certaines couches des marnes irisées. Je ferai remarquer en même temps que les observations faites non-seulement en Lorraine, mais dans plusieurs autres contrées, s'accordant à présenter le gypse et le sel gemme comme deux substances en quelque sorte satellites l'une de l'autre, il faudra qu'on donne de leur existence dans un terrain une explication commune, et que, d'après ce qui précède, il paraît très-hasardé d'attribuer l'origine du sel gemme à l'évaporation d'une grande masse d'eau salée.

(*Vallée du Rhin.*)

§ 41. J'ai déjà dit plus haut, § 3, que le grès des Vosges forme, le long de la plaine dans laquelle coule le Rhin, une ligne d'escarpemens qui règne sans interruption depuis les environs de Landau jusqu'à peu de distance de Thann, et qui donne naturellement l'idée d'une faille, par suite de laquelle les assises de roches situées à l'O. de cette ligne se trouvent à un niveau plus élevé que les assises pareilles situées à l'E. Tout le long de cette même ligne, il y a une discontinuité de stratification bien prononcée entre le grès des Vosges d'une part et le grès bigarré et le muschelkalk de l'autre. Souvent le muschelkalk vient se terminer brusquement au pied des escar-

Disposition des terrains secondaires dans la vallée du Rhin.

pemens de grès des Vosges et dans un grand nombre de cas il est bouleversé à leur approche. Par exemple, les collines qui s'étendent entre Saint-Jean-des-Choux et Saverne, en avant des Vosges, sont composées de calcaire gris compacte de la formation du muschelkalk. En sortant de Saverne par le chemin d'Otterthal, on voit sur les flancs d'une de ces collines une carrière ouverte sur des bancs épais de muschelkalk, qui plongent de près de 30° vers le N.-E., c'est-à-dire vers le pied de l'escarpement formé par le grès des Vosges, qui n'est éloigné que de quelques centaines de mètres; en beaucoup d'autres points, et notamment près de Jægerthal, on voit de même le muschelkalk éprouver des bouleversemens plus ou moins considérables en approchant du pied de l'escarpement de grès des Vosges, qui le termine brusquement. Cette circonstance est une de celles qui ont contribué à me faire attribuer à une longue faille l'existence de la grande falaise qui termine les Vosges du côté de l'Alsace.

Accidens que présente le muschelkalk lorsqu'il approche du grès des Vosges.

Les formations du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées ne pénètrent, dans les Vosges, à l'O. de cette ligne, qu'en un petit nombre de points dont je parlerai dans un article subséquent; mais elles la bordent presque constamment du côté de l'E., et s'il y a des parties vers le midi où elles ne se voient pas, il y

a lieu de penser que cela tient uniquement à ce qu'elles sont couvertes par des dépôts plus récens.

Lorsqu'on s'éloigne des Vosges, dans leur partie septentrionale, pour se diriger vers le Rhin, on rencontre les formations du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées, avec les mêmes caractères et dans le même ordre qu'en se dirigeant des Vosges vers la Moselle.

La vallée dans laquelle sont situés le haut-fourneau et les forges de Jægerthal, au N.-O. de Haguenau, est creusée presque en entier dans le grès des Vosges. Ce n'est qu'en un seul point, au-dessous du vieux château de Winstein, qu'on voit paraître dans son fond, sur une petite étendue, un massif de roches granitoïdes, parmi lesquelles on observe une très-belle syénite. Grès bigarré aux environs de Niederbronn.

Un peu au-dessous de la forge de Jægerthal, les montagnes de grès des Vosges cessent brusquement, et la vallée n'est plus bordée que par des collines beaucoup moins élevées, composées de couches toutes différentes.

Entre la forge de Jægerthal et les usines de Rauschendwasser, on trouve, dans le flanc droit de la vallée, une belle carrière d'un grès employé comme pierre de taille, avec lequel on fait des corniches, des tablettes, et d'autres ouvrages délicats qui demandent une pierre tendre et inaltérable à l'air, ainsi que des meules à aiguiser. La partie inférieure de la car-

rière, qui n'est pas très-élevée au-dessus du fond de la vallée, montre des bancs très-épais d'un grès de couleur rouge, à grain fin, très-homogène et présentant très-peu de fissures. La stratification est plus marquée vers la partie supérieure; enfin, tout au haut de l'escarpement on voit alterner des couches rouges et verdâtres assez minces, qui sont schisteuses et peu cohérentes. Les couches que présente cette carrière sont à très-peu près horizontales. On n'y voit pas du tout de ces galets de quarz si fréquens dans le grès des Vosges. Elles me paraissent se rapporter toutes à la formation du grès bigarré.

Le même grès se montre dans la vallée de Niederbronn, peu éloignée de celle de Jægerthal, à laquelle elle se réunit à Reichsofen. Vis-à-vis l'église de Niederbronn, le flanc droit de la vallée est taillé dans un grès à grain fin et un peu terreux, qui forme des couches à-peu-près horizontales, légèrement inclinées au S.-E., et présente toutes les variétés de couleur et de texture déjà indiquées comme étant propres à la formation du grès bigarré, et particulièrement à ses assises supérieures.

Couches de dolomie dans le grès bigarré, à sa jonction avec le muschelkalk

En montant par le chemin qui part de la partie S.-E. du village de Niederbronn et se dirige vers Jægerthal, on rencontre d'abord, à quelques mètres au-dessus du niveau de la rivière, des

couches de grès schisteux, rouge, micacé, assez peu consistant, qui appartiennent à la partie supérieure du grès bigarré. Un peu plus haut, on trouve, en superposition sur ce grès, une dolomie stratifiée et même schistoïde, à feuillets épais et contournés en petit. Elle est d'un gris quelquefois bleuâtre ou jaunâtre, avec des veines couleur de fer hydraté; sa cassure présente une multitude de petits rhomboïdes qui brillent d'un éclat vif et nacré. Près du point de contact, le grès et la dolomie alternent plusieurs fois par couches à-peu-près horizontales, de quelques décimètres d'épaisseur, que j'ai pu voir très-distinctement sur les deux bords du chemin, qui est creux en cet endroit. Il résulte de là que le dépôt de la dolomie a succédé immédiatement et après quelques oscillations à celui du grès. Cette dolomie ne présente pas de fossiles; elle paraît peu épaisse, et ne forme que les premières assises de la formation du muschelkalk, qu'on trouve un peu plus haut très-bien caractérisée. Cette formation constitue tout le plateau qui est au N.-E. de Niederbronn; mais comme ce plateau n'offre pas de carrières, on ne peut l'y reconnaître que sur des pierres détachées. Pour trouver des carrières et des escarpemens, il faut redescendre dans la vallée.

Muschelkalk près de Niederbronn.

En sortant de Niederbronn par le chemin de Reichsofen, on trouve, avant la Papeterie,

une carrière qui présente un escarpement de six à huit mètres, dans lequel on peut étudier les couches moyennes et les mieux caractérisées du muschelkalk. Ces couches plongent au S.-E. sous un angle très-sensible, et, par conséquent, s'appuient sur les couches de dolomie que j'ai indiquées plus haut dans le chemin creux. Une foule d'autres indications qu'il serait trop long de rapporter ici, montrent qu'en effet elles leur succèdent presque immédiatement. La stratification est marquée par des fissures éloignées les unes des autres de 2 à 3 décimètres. Il y a, en outre, un grand nombre de fissures perpendiculaires à la stratification, de sorte que le calcaire se trouve divisé en un grand nombre de fragmens et ne forme pas de gros blocs. Ces fissures verticales sont souvent remplies de chaux carbonatée cristalline, qui, quand elles sont un peu larges, forme des stalactites. Le calcaire est de couleur gris de fumée, compacte, à cassure conchoïde un peu esquilleuse; dans quelques échantillons, elle est inégale et esquilleuse. On y trouve quelquefois de petits filons, de petits noyaux et de petites mouches isolées de chaux carbonatée cristalline. Plus souvent encore, on y voit des parties cristallines qui paraissent être des fragmens de corps marins. Il offre quelquefois de petites taches d'un jaune de rouille. Certaines couches présentent, soit dans leur cas-

sure, soit en saillie, sur la surface des fragmens un grand nombre d'entroques, dont le contour circulaire est très net, et la cassure lamelleuse très-miroitante. Elles appartiennent à l'*encrinites liliformis*. On y trouve aussi beaucoup de térébratules semblables à celles que j'ai déjà citées, dans la même formation, en divers points de la Lorraine, et qui appartiennent, je crois, à la *terebratula vulgaris* ou à la *terebratula subrotunda*.

En continuant à suivre la route de Reichsofen, on trouve, près de la Papeterie, un ravin qui traverse des couches marneuses et calcaires. D'après l'inclinaison de ces couches, qui plongent vers le S.-E., et d'après d'autres inductions, on doit les regarder comme plus élevées, dans la formation, que celles dont on vient de parler, et comme se rapportant à sa partie supérieure. Au milieu des couches marneuses, on trouve des couches souvent assez minces d'un calcaire gris, compacte, avec points spathiques, renfermant diverses coquilles, parmi lesquelles on distingue le *mytilus eduliformis*. Il prend quelquefois l'aspect d'un grès à grain fin, présentant des zônes grises et d'un gris jaunâtre. Dans ce calcaire et dans les marnes qui le renferment, on trouve quelquefois des ammonites, qui me paraissent se rapporter à l'*ammonites nodosus*. On trouve aussi, au milieu des marnes, des lits composés en grande

partie de masses arrondies de calcaire compacte gris, à cassure conchoïde, placées en contact les unes avec les autres, et même se pénétrant mutuellement, ou ne laissant entre elles que de la marne, que l'exposition à l'air enlève promptement de manière à laisser des masses mamelonnées. Dans ces mêmes marnes, on trouve sur le plateau, près de Niederbronn, un calcaire cloisonné, qui offre des parties compactes d'un gris jaunâtre, et un grand nombre de petits filons de chaux carbonatée, blanche, cristallisée, qui se croisent dans tous les sens. Dans les intervalles de ces petits filons, il n'y a le plus souvent que de la marne, qui, entraînée par les eaux, laisse une masse celluleuse. Cette variété accidentelle de calcaire paraît due à l'infiltration de la chaux carbonatée dans la marne fendillée; et dans tous les lieux où se montre le muschelkalk, on la trouve à la surface de ses assises marneuses supérieures. Le plateau qui s'étend entre la vallée de Niederbronn et celle de Jægerthal est formé par le muschelkalk, et sa surface appartient aux assises supérieures de cette formation: aussi est-elle jonchée du calcaire celluleux, aussi bien que de fragmens de ce calcaire compacte à surfaces mamelonnées, dont nous avons parlé plus haut. On y trouve de même un quarz blanc celluleux, en partie coloré en jaune par du fer hydraté, et dont le mode de formation est pro-

bablement analogue à celui du calcaire cloisonné. Enfin, on y trouve un quarz compacte, d'un brun noirâtre, rubané, très-fragile, qui paraît l'équivalent des silex que j'ai indiqués dans la partie supérieure du muschelkalk de Réhainvilliers et de Fraquelsing.

On peut encore étudier la composition du muschelkalk en plusieurs autres points du pourtour du plateau dont je viens de parler. A-peu-près au quart du chemin qui mène de Jægerthal à Niederbronn, on trouve la carrière qui fournit la castine au haut-fourneau. Elle présente un escarpement de 2 à 3 mètres dans un calcaire gris compacte, qui renferme beaucoup d'entroques, et appartient aux couches moyennes de la formation. Les couches plongent au S.-E. sous un angle assez considérable.

Si, descendant de ce même plateau dans la direction du S.-E., qui est celle de l'inclinaison des couches, on traverse Reichsofen pour examiner les coteaux qui forment le flanc gauche de la vallée à l'E. et au N. de cette petite ville, on ne retrouve plus les formations du grès bigarré et du muschelkalk. Au N. de Reichsofen, on trouve un mamelon, isolé de plusieurs côtés, sur la pente duquel un ravin met à découvert des couches alternatives, à-peu-près horizontales, de marnes rouges et d'un gris bleuâtre, qui se déli- **Marnes irisées, près de Reichsofen.**

tent à l'air en fragmens anguleux, qui ne présentent aucune indication de disposition schisteuse, et qui ressemblent entièrement à celles qui, à Vic, forment la partie moyenne de la formation des marnes irisées. Sur le sommet du monticule, on trouve beaucoup de fragmens d'un grès gris ou jaunâtre, à grain fin et à cassure terreuse, qui paraît l'équivalent de celui que, dans les environs de Bourbonne-les-Bains et en plusieurs autres points, j'ai indiqué vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées.

Si on revient, à l'E. de Reichsofen, examiner le coteau qui se trouve près de la maison de la douane, on y retrouve les marnes irisées, dans lesquelles on découvre de la chaux sulfatée, en partie en cristaux et en partie en grains amorphes. On y voit des couches d'un calcaire compacte, grisâtre, un peu esquilleux, argileux et magnésifère, analogue à celui dont j'ai souvent signalé une couche vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées de la Lorraine. On y trouve aussi un calcaire gris, grossier, celluleux, à surface tuberculeuse et hérissée de parties cristallines, analogue à celui qui porte à Vic le nom de crapaud. Vers le haut de la colline, au-dessus des marnes irisées, on trouve un grès quarzeux, non effervescent, blanchâtre, à grain fin et brillant, présentant quelquefois des veines et

des zônes colorées par de l'hydrate de fer : ce grès rappelle, par ses caractères, comme par sa position, celui que j'ai indiqué, en plusieurs points de la Lorraine, comme formant la première assise de la formation du lias, et comme étant l'un des trois grès qui ont reçu des géologues allemands le nom de quadersandstein. Plusieurs des plateaux des environs sont formés par le calcaire à gryphées arquées, c'est-à-dire par les couches les mieux caractérisées de la formation du lias.

Je ne suivrai pas les formations du grès bigarré, du muschelkalk, et des marnes irisées dans les autres parties de l'Alsace où je les ai aperçues. Je renvoie à cet égard le lecteur à l'excellent ouvrage publié tout récemment par M. Voltz, ingénieur en chef des mines à Strasbourg, sous le titre d'*Aperçu de la Topographie minéralogique de l'Alsace.* Je ne me suis arrêté à décrire un des points où ces formations se montrent en Alsace, que pour faire ressortir l'identité de caractères qu'elles présentent de part et d'autre avec celles des Vosges.

(*Bassin de Wintzfelden.*)

Grès bigarré et muschelkalk du bassin de Wintzfelden.

§ 42. En dedans de la ligne d'escarpemens dont j'ai parlé au commencement du § 41, on trouve dans la partie méridionale des Vosges un bassin

entouré de montagnes de transition et de grès des Vosges, dont le fond est recouvert par des formations plus récentes, situées à un niveau qui, autant qu'on peut en juger sans instrumens, m'a paru être plus élevé que celui que les mêmes formations occupent sur les bords de la plaine du Rhin. Ce bassin est celui dans lequel se trouvent les villages d'Ossenbach, Wintzfelden, et au débouché duquel est bâtie la petite ville de Sultzmatt.

Au N.-E. d'Ossenbach, tout près des montagnes de grès des Vosges, on voit une carrière ouverte dans un grès à grain fin, d'un rouge amaranthe ou d'un gris bleuâtre ou verdâtre, renfermant un grand nombre de paillettes de mica, disposées parallèlement les unes aux autres et qui lui donnent une texture très-feuilletée, surtout dans les couches supérieures; ce grès se rapporte évidemment à la formation du grès bigarré. Ses couches plongent légèrement du côté du S.-O., de manière à paraître s'appuyer contre la base de la montagne de grès des Vosges qui se trouve la plus voisine. Entre Ossenbach et Wintzfelden j'ai trouvé dans les champs beaucoup de morceaux épars de muschelkalk très-bien caractérisé; j'y ai recueilli, entre autres fossiles, l'*encrinites liliformis*, et le *mytilus eduliformis*. La vue de quelques monticules rougeâtres, que je n'ai pu visiter, m'a fait penser

que les marnes irisées ne sont pas étrangères à ce bassin; enfin en montant de Wintzfelden vers les mines de fer qui se trouvent à quelque distance de ce village en filons, dans le granite on trouve un calcaire bleu, tout pareil au calcaire à gryphites, et des gryphées arquées, éparses sur la surface du terrain.

(*Pente méridionale des Vosges.*)

§ 43. Au pied méridional des Vosges, on trouve depuis les environs de Béfort, jusqu'à ceux de Bourbonne-les-Bains, une zône de grès bigarré de muschelkalk et de marnes irisées, analogue à celle dont j'ai déjà signalé l'existence sur une grande partie du pourtour de ce système de montagnes. Cette zône est seulement ici un peu plus irrégulière, à cause de divers accidens dans la forme de la surface du sol et la stratification; cette zône a été étudiée avec détail par M. Thirria, ingénieur au Corps royal des mines en résidence à Vesoul, qui a commencé à en publier une description détaillée dans les *Annales des mines*, t. XI, p. 391; je n'entrerai en conséquence dans aucun détail à ce sujet, et je me bornerai à quelques observations sur l'identité de couches auxquelles nous avons donné, chacun de notre côté, des noms identiques ou différens.

Grès bigarré, muschelkalk et marnes irisées de la pente méridionale des Vosges.

Nous avons appliqué la dénomination de grès bigarré exactement aux mêmes couches.

Les couches immédiatement supérieures au grès bigarré, que M. Thirria désigne sous le nom de formation du calcaire avec argile, houille et gypse, comprennent à-la-fois celles que j'ai appelées muschelkalk, et celles que j'ai séparées du muschelkalk sous le nom de marnes irisées.

Le calcaire marneux et le calcaire à entroques, que M. Thirria décrit comme les membres inférieurs de ce système complexe, correspondent exactement aux couches auxquelles j'ai réservé exclusivement le nom de muschelkalk.

Le dépôt des argiles marneuses irisées que M. Thirria indique comme succédant au calcaire à entroques, et comme correspondant à celui que M. Charbant a décrit, dans son *Mémoire sur la géologie des environs de Lons-le-Saulnier*, sous le nom de marnes irisées, correspond également au système auquel, dans les § précédens de ce mémoire, j'ai appliqué le même nom. Les amas de gypse que contient ce dépôt aux environs de Saulnot correspondent exactement à ceux qu'on y observe dans les collines des environs de Bourbonne-les-Bains. Le dépôt de combustible fossile qui se trouve au-dessus du gypse à Gemonval, Courcelles, Gouhenans, etc., correspond à celui de Noroy, dont on retrouve des traces au-dessus

des amas de gypse, dans les collines des environs de Bourbonne. A Gemonval et à Courcelles, on trouve, comme aux environs de Bourbonne, une assise de calcaire magnésifère au-dessus du dépôt de combustible. Plus haut, vient un grès, que M. Thirria désigne sous le nom de formation du troisième grès secondaire, et qui correspond à celui que j'ai indiqué précédemment comme formant la première assise du terrain de lias. Ici, comme partout ailleurs, le calcaire à gryphées arquées le recouvre immédiatement. (Voyez le mémoire de M. Thirria, *Annales des Mines*, t. XI, p. 391.)

(*Environs de Basle.*)

Grès bigarre, muschelkalk et marnes irisées des environs de Basle.

§ 44. Je ne me propose pas de décrire ici les environs de Basle qui font partie du système de la Forêt-Noire, et non de celui des Vosges, et qui ont été parfaitement décrits par M. le professeur P. Mérian, dans l'ouvrage intitulé : *Uebersicht der beschaffenheit des gebirgsbildungen in den umgebungen von basel.*, 1821. Je chercherai seulement à mettre le lecteur à même de comparer les descriptions que j'ai données plus haut avec celles de M. Mérian, en indiquant comment les formations qu'il fait connaître s'identifient avec celles que j'ai indiquées dans d'autres localités.

M. Mérian décrit, sous le nom d'*aelterer sandstein* (grès ancien), un grès de couleur rouge ou bigarrée, qui est, après les roches primitives de Laufenbourg, la partie la plus ancienne du terrain de la contrée. Ce grès correspond, par ses caractères aussi bien que par sa position, à celui dont j'ai parlé sous le nom de grès bigarré. Je n'oserais cependant assurer que M. Mérian n'ait pas compris aussi sous cette dénomination, d'une part, quelques lambeaux de grès des Vosges, et de l'autre quelques couches du grès des marnes irisées qui se montrent dans des positions difficiles à observer.

Au-dessus du grès ancien se trouve un calcaire que M. Mérian désigne sous le nom de *rauchgrauer kalkstein* (calcaire gris de fumée), et dont les caractères minéralogiques et zoologiques sont identiques avec ceux du muschelkalk. Je dois cependant avertir que je ne regarde cette identité comme hors de doute que pour le calcaire gris de fumée du voisinage immédiat de Basle. M. Mérian indique dans les montagnes du Jura, et notamment près de Wallenburg, un calcaire gris de fumée, qu'il ne sépare pas du précédent; mais j'avoue que l'identité de ces deux calcaires ne m'a pas paru évidente. Ne serait-il pas possible que celui des environs de Wallenburg appartînt à une assise assez élevée de la formation

du lias, comme celui de la carrière de la Porte de France, à Grenoble, auquel il ressemble beaucoup?

M. Mérian a réuni en un seul groupe, qu'il a nommé marne bigarrée et couches subordonnées, toutes les couches qui se montrent entre le muschelkalk (*rauchgrauer kalkstein*) et les couches inférieures du calcaire oolithique. En effet, dans les environs de Basle, comme en Lorraine et en Alsace, ces couches, pour la plupart marneuses, se lient l'une à l'autre de proche en proche d'une manière très-intime. Dans la description que donne M. Mérian, on reconnaît aisément les principales assises que présente ce système dans les contrées dont j'ai plus haut esquissé la structure; il y signale en particulier, d'une manière très-claire, le calcaire à gryphées arquées, qui forme le premier étage du lias des Anglais et le commencement d'une série dont beaucoup de convenances m'ont engagé à séparer la description de celle de la série dont je me suis occupé dans ce mémoire. Entre le muschelkalk et le calcaire à gryphées arquées, il indique une suite de couches qui me paraissent correspondre exactement aux marnes irisées de la Lorraine et de l'Alsace; je me bornerai à rapprocher des localités que j'ai décrites une seule de celles décrites par M. Mérian. Il me semble que, par sa

seule description, on reconnaît les principaux membres de la formation des marnes irisées dans la coupe qu'il donne, p. 33 et 34, du terrain des deux bords de la Birs à la Neue-Welt, près Basle.

Les couches très-développées des marnes bigarrées qu'il indique sur la rive gauche de la Birs, dans le bois de la Neue-Welt, me paraissent identiques avec celles qui se montrent à la partie supérieure des collines des environs de Bourbonne-les-Bains et dans celles des environs de Vic. La couche mince de calcaire compacte, gris jaunâtre, argileux, à cassure esquilleuse, qu'il indique sous le n°. 1 sur la rive droite de la Birs, comme inférieure aux marnes précédentes, me paraît l'équivalent du calcaire compacte, esquilleux, magnésifère, que j'ai indiqué vers le milieu des marnes irisées dans les collines des environs de Bourbonne et à l'entrée du puits de Vic.

Au-dessous du calcaire n°. 1 se trouvent successivement :

N°. 2, une argile schisteuse, fendillée dans toutes les directions, le plus souvent d'un gris verdâtre, qui diffère très-peu des couches caractéristiques des marnes irisées.

N°. 3, une marne sableuse passant à l'argile schisteuse. On y a trouvé des nids de combustible fossile et des impressions de plantes ; en

quelques points, elle contient un grand nombre de paillettes de mica.

N°. 4, une couche puissante de marne sableuse avec des veines d'argile noirâtre.

N°. 5, des couches de marnes, savoir :

a, marne sableuse d'un jaune sombre, avec des nœuds et des nids d'un grès ferrugineux jaune . . . . 2 pieds et demi;

b, argile un peu schisteuse, d'un gris jaunâtre. . . . . 1 pied et demi;

c, marne noirâtre.. . . . . . . 1 pied;

d, marne d'un gris clair, de 1 pied et demi à 2 pieds;

e, marne pareille à la précédente, avec des veinules noirâtres.

Les cailloux roulés qui couvrent la surface du sol ne permettent pas d'observer les couches situées plus bas. Il me semble qu'on ne peut méconnaître, dans celles n°. 2 à 5, le système qui renferme la couche de combustible fossile de Noroy, celles de Gemonval, de Courcelles, et que j'ai indiqué, en plusieurs autres endroits, comme se trouvant constamment au dessous de la couche de calcaire magnésifère, vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées. Il me paraît donc que le système du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées des environs de Basle, présente, avec le même système de couches observé sur les pentes des Vosges, une

identité qui se soutient jusque dans les moindres détails. Les travaux publiés récemment par plusieurs géologues allemands montrent que cette identité se soutient sur tout le pourtour de la Forêt-Noire. (*Voyez* l'ouvrage et la belle carte de MM. d'Oeynhausen de Dechen et de la Roche, et celui de M. Alberti.)

(*Lisière N.-O. du Jura.*)

§ 45. Au milieu des bouleversemens de couches qui, depuis Vallenburg, dans le canton de Basle, jusqu'à Villebois, sur le Rhône, au-dessus de Lyon, marquent, du côté du N.-O. et de l'O., la limite extérieure du Jura, on voit paraître, en un grand nombre de points, une épaisseur plus ou moins considérable de la formation des marnes irisées, avec des caractères tout-à-fait pareils à ceux que les mêmes couches offrent sur les pentes des Vosges. Ainsi, on voit paraître les marnes irisées :

Marnes irisées de Vaufrey (Doubs).

1°. A Vaufrey, sur les bords du Doubs, entre Sainte-Ursane et Saint-Hippolyte : j'y ai vu plusieurs couches de marnes irisées sortir de dessous le calcaire à gryphées arquées, et, parmi ces couches, j'ai remarqué particulièrement celle de calcaire compacte, esquilleux, magnésifère, que j'ai déjà signalée tant de fois vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées.

2°. Un peu au S. de Baume-les-Dames, sur les bords du Doubs, dans un lieu formé par le premier étage du calcaire oolithique, dont les couches paraissent avoir été fort tourmentées : on y voit paraître, sur une petite étendue, les marnes irisées, dans lesquelles on exploite une carrière de gypse, et dans lesquelles on observe une couche de calcaire compacte, esquilleux, magnésifère, dont je viens de parler. Ayant examiné ce calcaire dans le laboratoire de l'École des mines, j'ai trouvé qu'il contient des quantités de chaux et de magnésie, telles que les quantités d'oxigène qu'elles contiennent sont sensiblement égales; c'est-à-dire que ce calcaire, quoique stratiforme, et quoique ne présentant pas les caractères minéralogiques de la dolomie, en présente la composition chimique : ce qui, d'après les recherches faites sous les yeux de M. Berthier, dans le laboratoire de l'École des mines, paraît être le cas de tous les calcaires magnésifères cités dans ce mémoire, et notamment de ceux dont la composition a été indiquée § 19, d'après des essais trop rapides et faits sur une trop petite quantité de matière pour que le résultat pût en être rigoureux quant aux quantités. **Marnes irisées de Baume-les-Dames (Doubs).**

3°. A Ougney-le-Bas, sur les bords du Doubs, entre Baume-les-Dames et Besançon : M. Fénéon, aspirant au Corps royal des mines, y a **Marnes irisées d'Ougney-le Bas (Doubs).**

observé une certaine épaisseur de marnes irisées, dans lesquelles il a reconnu le gypse de la partie inférieure de cette formation, et les couches de combustible et de calcaire magnésifère de sa partie moyenne.

Marnes irisées de Beurre (Doubs).

4°. A Beurre, à 2 lieues S.-E. de Besançon: les marnes irisées s'y montrent au-dessous du calcaire à gryphées arquées. On y remarque une couche de calcaire magnésifère, au-dessous de laquelle on exploite, depuis long-temps, un amas de gypse. Ayant remarqué que ce gypse est salé dans quelques-unes de ses parties, on a pratiqué, au fond d'un puits qui servait à son extraction, un sondage, qui a été poussé à une grande profondeur, sous la direction de MM. Roussel-Galle et Duhamel, ingénieurs au Corps royal des mines, mais qui n'a pas conduit, comme on l'espérait, à la découverte d'un dépôt de sel gemme.

Voici l'indication des couches successives traversées tant par le puits que par le sondage:

Puits.

a. Marnes bigarrées de couleurs lie de vin et gris bleuâtre.......	3m,25
b. Calcaire magnésifère..........	3 57
c. Marnes....................	2 92
d. Gypse.....................	19 49

Sondage commencé au fond du puits.

N°. 1.	Gypse anhydre mélangé d'argile salée	6m,00
2.	Marne grise non salée	1 62
3.	Gypse argileux non salé	1 62
4.	Argile rouge un peu salée	1 95
5.	Gypse blanc presque pur	4 66
6.	Gypse et argile rouge	1 19
7.	Argile rouge salifère	6 00
8.	Marne blanche calcaire	0 49
9.	Calcaire blanchâtre dur et tenace	14 29
10.	Marne calcaire grise	0 97
11.	Marne rouge	0 81
12.	Gypse blanc	0 81
13.	Marne bleuâtre	0 97
14.	Marne rougeâtre	1 03
15.	Marne et gypse	0 81
16.	Marnes de diverses couleurs	1 84
17.	Argile noirâtre très-sèche	2 17
18.	Calcaire marneux	1 30
19.	Marne bleuâtre	1 54
20.	Chaux sulfatée anhydre très-dure	0 43
21.	Marne noire et gypse	1 30
22.	Chaux sulfatée anhydre très-dure	0 65
23.	Gypse salé et marne	1 80
24.	Calcaire marneux	1 30
25.	Gypse blanc	0 60
26.	Marne dure	0 97

27. Chaux sulfatée anhydre........	0^m,81	
28. Marne bleue dure...............	1	41
29. Marne bleue et gypse salé.	0	81
30. Chaux sulfatée anhydre très-dure.	0	46
31. Marne grise et verte mêlée de gypse....................	1	80
32. Marne grise et verte..........	1	14
33. Marne noire et gypse salé......	0	57
34. Calcaire marneux.............	0	38
35. Marne grise et gypse un peu salé..	0	73
36. Calcaire marneux.............	0	32
37. Marne grise et gypse..........	1	22
38. Marne noire et gypse blanc.....	3	57
39. Marne grise et gypse salé.......	2	27
40. Argile rouge et gypse blanc....	3	90
41. Argile rouge non salée........	1	19
42. *Id.* avec gypse blanc..........	0	49
TOTAL..	107^m,31	

D'après les remarques que M. Auguste Duhamel a eu la complaisance de me communiquer, le calcaire *b*, traversé par le puits, est identique avec le calcaire cloisonné des environs de Lons-le-Saulnier. (*V.* plus loin, § 46.) Le calcaire n°. 9 du sondage a beaucoup de rapports avec celui-ci, seulement il n'est pas divisé comme lui par une foule de petits filons de chaux carbonatée cristalline qui se croisent mutuellement : il est très-te-

nace. Les calcaires nᵒˢ. 18, 24, 34 et 36 ont paru à M. Auguste Duhamel analogues à ce dernier. A Salins, où ces calcaires ont reçu des ouvriers le nom de *griffe*, ils sont comme ici placés entre les différentes masses de gypse exploitées sur le revers septentrional de la montagne qui porte le fort St.-André. Ces différens calcaires sont très-probablement magnésifères; j'en ai même la certitude pour le calcaire *b* du puits que j'ai essayé. On voit qu'ici il existe deux couches principales de calcaire magnésifère, au lieu d'une seule que j'ai observée dans beaucoup d'autres localités; mais il est vrai de dire que, dans quelques localités où j'ai observé une seule couche de ce calcaire, il n'était pas évident qu'il n'y en eût qu'une seule. En revanche, la couche de grès et la couche de combustible, que j'ai trouvées ordinairement en dessous du calcaire magnésifère, n'ont pas été observées ici. On peut du reste remarquer que la dégradation qui s'observe dans la couleur et les autres caractères des marnes irisées est ici à peu près la même que dans les travaux souterrains de Vic.

Marnes irisées de Bussy (Doubs).

5°. A Bussy, sur la route de Besançon à Quingey : les marnes irisées s'y montrent, sur une petite épaisseur, au-dessus du calcaire à gryphées arquées, qui y présente des veinules de galène et de blende.

Marnes iri-

6°. Aux environs de Salins, les marnes irisées

séés des environs de Salins (Jura). s'y montrent en différens points, et il y a lieu de présumer que c'est de leur sein que provient le sel tenu en dissolution par les sources salées auxquelles Salins doit son nom. Cette formation, qui s'y présente en certains endroits sur une assez grande épaisseur, y est très-bien développée : on peut l'y étudier avec facilité dans les nombreuses carrières de gypse qui y sont ouvertes, mais que je crois inutile de décrire, parce que M. Charbaut, qui les a observées avant moi avec bien plus de détail que je n'ai pu le faire, s'est servi des observations qu'il y a faites pour compléter la description des marnes irisées, qui fait partie de son mémoire sur les environs de Lons-le-Saulnier.

J'indiquerai seulement que dans la partie supérieure de l'escarpement d'une carrière de gypse située au S.-E. de Salins, au-dessous du vieux château d'Aresche, j'ai trouvé dans les marnes irisées, au-dessus de toutes les masses de gypse, mais à plusieurs mètres en dessous des premières assises du lias, une couche de calcaire argileux d'un gris plus ou moins rougeâtre, dont la surface était recouverte d'un grand nombre de moules intérieurs d'une coquille que je crois être la *cypricardia socialis* du muschelkalk. Si je ne me trompe pas sur l'espèce de la coquille, dont je n'ai vu que le moule intérieur,

le fait que je cite fournira un nouveau motif pour rapprocher les marnes irisées du muschelkalk plus que du lias. La *cypricardia socialis* serait alors un fossile commun aux trois formations du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées; il se pourrait cependant que la coquille en question ne fût qu'une modiole.

Je dois à la complaisance de M. Auguste Duhamel, ingénieur au Corps royal des mines, la description détaillée des couches traversées par différens trous de sonde percés dernièrement aux environs de Salins. Je crois utile de l'insérer ici, parce qu'elle me paraît propre à donner une idée très-précise de la succession des couches qui composent la partie moyenne de la formation des marnes irisées. Ils ont tous été exécutés au Sud et au Sud-Ouest d'Aiglepierre, le long de la pente N.-O. de la colline sur laquelle est situé le bois de Beugou. Comme l'espace dans lequel ils ont été ouverts est très-limité, on ne peut attribuer qu'à l'état de bouleversement du terrain et au peu de régularité de l'allure de quelques-unes des masses qui le composent le défaut de similitude que présentent les résultats des différens coups de sonde.

Sondage a.

1. Terre végétale.	1m,	30c.
2. Marne d'un jaune orange.	3	90

3. Argile marneuse d'un bleu verdâtre clair.	1m	55c.
4. Argile lie de vin.	1	38
5. Argile d'un bleu verdâtre clair.	1	17
6. Argile fortement imprégnée de combustible.	0	34
7. Argile grise, maculée de noir.	2	71
8. Argile d'un gris violacé.	7	81
9. Marne d'un gris clair, avec de larges taches jaunes maculées de blanc et renfermant des cristaux de quartz de la grosseur de deux millimètres.	0	33
10. Argile d'un gris foncé.	0	12
11. Argile d'un bleu verdâtre pâle.	0	52
12. Argile un peu schisteuse d'un gris foncé, avec nuances plus claires.	0	08
13. Marne d'un gris pâle nuancé de jaune.	0	20
14. Argile marneuse grise, avec taches plus foncées.	0	25
15. Marne d'un gris clair, avec de petites veines d'un jaune orange.	2	36
16. Marne d'un gris foncé.	1	92
17. Marne plus claire que la précédente.	0	50
18. Marne grise, avec taches rouges et bleues.	0	33
19. Marne d'un gris verdâtre, avec pe-		

tites taches blanches	$0^m,30^c$	
20. Marne verdâtre, avec taches blanches	1	60
21. Marne violacée fortement tachée de blanc, avec points noirs	3	06
22. Marne gypseuse, avec larges taches vert foncé	0	35
TOTAL	$32^m,08^c$	

Sondage d.

1. Terre végétale	$0^m,60^c$	
2. Marne d'un gris verdâtre	2	16
3. Marne noire, avec des veines grises, paraissant un peu schisteuse	0	48
4. Marne d'un gris verdâtre	5	16
5. Marne d'un noir grisâtre, avec des parties argileuses blanc verdâtre	1	80
6. *Id.* (avec parties blanches plus rares)	0	25
7. Marne d'un gris foncé	0	55
8. Marne d'un gris verdâtre, avec des parties d'un vert jaunâtre, renfermant quelques fragmens de cristaux de quarz	1	50
9. Marne veinée de noir et de gris foncé, paraissant schisteuse	0	28
10. Marne d'un gris verdâtre, avec des cavités jaunes remplies d'une		

poussière dure au toucher, avec des cristaux de quarz.	1^{m},	22^{c}.
11. Houille très argileuse.	1	00
12. Marne d'un gris verdâtre, avec des parties blanches.	2	35
13. Marne légèrement veinée de gris verdâtre et jaunâtre.	1	45
14. Marne d'un gris verdâtre clair. . .	1	54
15. Lacune (l'échantillon manque). . .	1	45
16. Marne argileuse gris de cendre un peu foncé.	0	45
17. Argile marneuse d'un gris verdâtre clair, imprégnée de gypse.	1	20
TOTAL.	23^{m},	44^{c}.

Sondage e.

1. Argile marneuse lie de vin, avec parties gris clair verdâtre.	5^{m},	33^{c}.
2. Marne friable (dont la poussière est douce au toucher) d'un blanc un peu jaunâtre, avec des filets non parallèles de marne un peu plus foncée (calc. cloisonné ?)... . . .	11	35
3. Argile marneuse d'un gris foncé légèrement verdâtre.	0	40
4. Argile d'un gris clair verdâtre. . .	2	10
5. Argile lie de vin, avec parties d'un gris clair verdâtre.	0	51

6. Argile un peu plus claire que le n°. 4.	0^m,	51^c.
7. Grès légèrement micacé, couleur gris clair, avec des veines noires charbonneuses, et nids d'un charbon provenant vraisemblablement de détritus de substances végétales.	0	38
8. Grès plus argileux et d'une couleur un peu plus claire que le précédent : le mica y est plus rare. Absence de charbon, seulement il est divisé par de petites bandes un peu plus foncées que la pâte.	8	73
9. Marne d'un noir foncé, mouchetée de blanc sale.	0	31
10. Argile gris de cendre, paraissant avoir une tendance à une disposition schisteuse.	0	62
11. *Idem* mouchetée de blanc clair, avec bandes d'un noir foncé, qui paraît être de l'argile marneuse imprégnée de combustible.	0	50
12. Argile marneuse d'un gris verdâtre, un peu dure au toucher. . .	0	30
13. Argile marneuse grise, maculée de blanc, avec veines plus foncées et d'autres d'un jaune orange sale.	0	48
14. Marne grise, avec des bandes de		

couleur plus claire........	1m,58c.	
15. Marne d'un gris foncé, maculée de blanc..................	0	16
16. Marne d'un gris clair verdâtre, avec veines de gypse...........	0	25
17. Argile marneuse d'un gris foncé, avec des parties noires.......	0	25
18. Argile d'un gris verdâtre, imprégnée de gypse fibreux un peu rose.	1	61
Total....	36m,60c.	

Sondage g.

1. Terre végétale.............	0m,66c.	
2. Marne jaune sale, endurcie ou calcaire (calc. cloisonné?)....	1	20
3. Argile d'un jaune gris verdâtre...	1	00
4. Grès bleu verdâtre, avec de petites paillettes de mica blanc et des taches rouges, paraissant mélangé de beaucoup d'argile.......	0	65
5. Argile marneuse rouge, légèrement veinée de blanc..........	1	35
6. Argile d'un bleu verdâtre.....	0	50
7. Houille en poussière mêlée d'argile.	0	62
8. Marne d'un jaune orange.....	5	18
9. Argile marneuse d'un bleu verdâtre.................	2	43
10. Marne couleur d'ocre jaune, mé-		

langée de bleu.	0m,	16c.
11. Marne couleur cendre claire. . . .	5	30
12. Marne lie de vin, nuancée de bleu verdâtre.	4	24
13. Marne gypseuse lie de vin pâle. .	0	17
Total.	23m,	46c.

§ 46. Je pourrais pousser plus loin l'énumération des localités où les marnes irisées se montrent au jour sur la lisière occidentale du Jura. Mais, comme la plupart de celles que je pourrais encore citer ont été observées par M. Charbaut, ingénieur des mines, qui en a résumé les caractères dans le *Mémoire sur la géologie des environs de Lons-le-Saulnier*, qu'il a publié dans le quatrième volume des *Annales des Mines*, page 579, je renverrai le lecteur à ce travail, qui a fait de Lons-le-Saulnier un des points de départ des géologues qui étudient le Jura, et je me bornerai à quelques remarques qui me paraissent nécessaires pour mettre mes indications en harmonie avec les siennes. On a déjà plusieurs fois remarqué l'identité de caractères qui existe entre les marnes irisées de la Lorraine et de l'Alsace et celles de Lons-le-Saulnier. Cette identité ne se borne pas aux caractères généraux, elle s'étend jusqu'aux moindres détails de structure et de position. Marnes irisées des environs de Lons-le-Saulnier.

J'ai, par exemple, examiné avec détail le pas-

sage des marnes irisées au calcaire à gryphées arquées, sur la côte la plus élevée, à gauche de la route de Lons-le-Saulnier à Penessières, et j'ai trouvé que ce passage se fait exactement de la même manière que dans les environs de Bourbonne-les-Bains, de Charmes et de Vic. Les couches supérieures des marnes irisées présentent de petites couches et des lits de rognons de calcaire argileux. Un peu avant de se terminer, elles perdent leurs couleurs ordinaires pour devenir d'un vert pâle. On y voit paraître alors des couches très-minces d'argile schisteuse, noire, qui déjà appartiennent au système du calcaire à gryphites; puis des couches d'un grès quarzeux, à grains fins, contenant quelques impressions végétales peu distinctes. Bientôt les marnes vertes cessent de se mêler aux couches alternantes d'argile schisteuse, noire, et de grès. Le grès domine sur une faible épaisseur, puis il est lui-même remplacé par le calcaire à gryphées.

Les couches inférieures de la formation des marnes irisées ne se voient en aucun point des environs de Lons-le-Saulnier. Les masses les plus basses qu'on ait atteintes sont des masses de gypses, qui paraissent correspondre à celles qui, aux environs de Bourbonne-les-Bains et de Saulnot, se trouvent à la partie inférieure des marnes irisées, mais cependant à une certaine hauteur au-dessus du muschelkalk.

M. Charbaut dit, p. 600 du tome IV des *Annales des Mines*, en parlant de la petite couche de combustible qu'il indique dans les marnes irisées, en différens points des environs de Lons-le-Saulnier, qu'*elle est fort remarquable par sa position constante au-dessus des masses de gypse, dont elle peut servir d'indice, et par sa grande étendue.* Cette constance dans sa position se joint à la nature du combustible qu'elle présente, pour l'identifier avec celle que j'ai indiquée précédemment à Noroy, à Courcelles, à Gemonval, et dont j'ai cité des indices dans une position correspondante aux environs de Bourbonne-les-Bains et de Basle. L'examen des couches de roches qui accompagnent cette couche combustible confirme complétement ce rapprochement. Cette couche de combustible, ainsi que l'indique M. Charbaut, p. 592, vient affleurer au tiers de la hauteur de la côte de Pimont, sur le chemin qui conduit de Lons-le-Saulnier à la tour qui en couronne le sommet. L'Administration des salines y fit percer, il y a une trentaine d'années, un puits de recherche qui l'atteignit à vingt mètres environ : sa faible épaisseur et la grande proportion de terre qu'elle renferme l'ont fait abandonner. Au-dessus de l'affleurement de la couche de houille, on trouve celui d'un grès terreux micacé, pétri d'impressions végétales indéterminables, analogue à celui que j'ai indiqué

plusieurs fois dans la même position, et qui s'enfonce sous une couche assez épaisse d'un calcaire compacte jaunâtre, à cassure terreuse et un peu esquilleuse, magnésifère, que M. Charbaut désigne sous le nom de calcaire cloisonné, à cause de la présence accidentelle de nombreux petits filons spathiques plus solides que le reste, et qui est l'équivalent exact du calcaire magnésifère, que j'ai eu constamment occasion de citer vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées dans toute la Lorraine, en Alsace, et même aux environs de Luxembourg et de Basle.

On voit donc que non-seulement la formation des marnes irisées, considérée dans son ensemble et dans ses rapports géognostiques avec d'autres formations, reste semblable à elle-même depuis Luxembourg jusqu'à Lons-le-Saulnier, sur une étendue de trois degrés de latitude, mais que, dans toute cette étendue, les couches particulières, qu'on peut distinguer par des caractères spéciaux, s'y soutiennent dans le même ordre respectif avec une régularité remarquable.

RÉSUMÉ.

Je ne reviendrai pas ici sur le peu que j'ai dit, en commençant ce mémoire, de la configuration extérieure des Vosges et des roches (primitives?) et de transition, qui en constituent la partie centrale et la plus élevée. Je crois également

inutile de rappeler la description que j'ai donnée de la formation du grès des Vosges, qui constitue à elle seule une partie considérable de ces montagnes, et qui, par suite de sa superposition au terrain houiller et du défaut de continuité qui existe entre sa stratification et celle du grès bigarré qui la recouvre, m'a paru se rattacher à la formation du grès rouge (*rothe todte liegende*) des géologues allemands, à laquelle ses couches inférieures, qui, à la vérité, sont assez distinctes de la masse principale, ressemblent complétement. Je ne résumerai donc ici que les § 12, 13, etc., à 46, consacrés à faire connaître la série de couches concordantes et intimement liées entre elles, qui s'étend depuis les assises les plus basses du grès bigarré jusqu'aux assises les plus élevées des marnes irisées.

Sur presque tout le pourtour des Vosges on voit le grès bigarré (*bunter sandstein* des Allemands, *new-red-sandstone* des Anglais) former des proéminences arrondies au pied de collines plus élevées ou de véritables montagnes formées de grès des Vosges. Il y a cependant quelques localités, telles que les environs de Plombières et de Sarrebruck, où le grès des Vosges n'atteignant qu'une faible hauteur, le grès bigarré le recouvre jusque sur les points les plus élevés. Ce n'est qu'en un de ces points, au midi de Sarrebruck, sur la route de Forbach à Sarguemine, que j'ai pu voir le con-

tact immédiat des deux formations. Le grès bigarré reposait, à stratification discordante, sur le grès des Vosges, et présentait, dans sa partie inférieure, plusieurs lits de rognons de dolomie. La partie inférieure du grès bigarré est composée d'un grès à grain fin, le plus souvent d'un rouge amaranthe, renfermant de petites paillettes de mica disséminées irrégulièrement. Ces couches sont fort épaisses, et fournissent partout de très-belles pierres de taille. En s'élevant davantage dans la formation, on trouve des couches plus minces, qui sont exploitées pour faire des meules à aiguiser. Plus haut encore, on en trouve de très-minces et très-fissiles, qu'on exploite comme dalles pour paver les maisons, et comme ardoises pour les couvrir. Ces couches doivent leur fissilité à un grand nombre de paillettes de mica, qui sont constamment disposées dans le sens de la division schisteuse. Ces mêmes couches deviennent souvent très-peu consistantes, et passent même à une argile bigarrée, qui est employée comme terre à brique; lorsqu'elles ont cette consistance terreuse, elles présentent fréquemment des masses de gypse, qui me paraissent correspondre exactement au second gypse de la Thuringe. Ces couches supérieures du grès bigarré présentent très-souvent, comme les inférieures, une couleur d'un rouge amaranthe; mais elles présentent, plus fréquemment que ces derniè-

res, des taches d'une couleur gris bleuâtre, qui s'y trouvent souvent en assez grande abondance et d'une assez grande étendue pour former la couleur dominante. Le grès bigarré présente, surtout dans ses couches supérieures, un grand nombre d'empreintes végétales; celles qui sont les plus abondantes sont rapportées par M. Adolphe Brongniart au genre *calamites*. Dans les carrières de Domptail, le grès bigarré présente un banc pétri de moules de coquilles, dont plusieurs appartiennent à des genres et même à des espèces qui lui sont communes avec le muschelkalk.

Les assises les plus élevées de la formation du grès bigarré présentent souvent des couches peu épaisses de calcaire marneux ou de dolomie, qui sont le commencement de la formation du muschelkalk. A mesure qu'on s'élève, ces couches deviennent plus rapprochées et finissent par remplacer entièrement le grès: alors commence la série de couches calcaires qui constituent la formation à laquelle les géologues allemands ont donné le nom de muschelkalk, et que M. Brongniart désigne par celui de calcaire conchylien. Même dans les lieux où les couches inférieures de cette formation sont composées de dolomie, les couches qui composent sa masse principale m'ont toujours présenté d'autres caractères; et dans le petit nombre de localités où elles sont

fortement magnésifères, et où, d'après les analyses faites sous les yeux de M. Berthier, dans le laboratoire de l'École des mines, elles renferment très-sensiblement la quantité de magnésie qui correspond à la composition théorique de la dolomie, elles présentent des caractères minéralogiques qui s'éloignent de ceux de cette roche, mais elles ne contiennent pas de fossiles. Généralement le muschelkalk se compose d'un calcaire compacte gris de fumée, tantôt à cassure conchoïde et tantôt à cassure unie en grand et inégale en petit. Ces deux variétés se mélangent fréquemment dans un même bloc. Le muschelkalk est souvent assez riche en fossiles, dont les plus généralement répandus sont les suivans : *terebratula vulgaris* ou *subrotunda*, *mytilus eduliformis*, *cypricardia socialis*, *ammonites nodosus*, *ammonites semipartitus* et *encrinites liliformis*.

Les assises supérieures du muschelkalk présentent souvent une marne schisteuse grise qu'on voit, à mesure qu'on s'élève, prendre une teinte verdâtre de plus en plus prononcée. Bientôt la disposition schisteuse diminue; la teinte verdâtre devient plus prononcée, et est fréquemment interrompue par des taches rouges.

C'est alors qu'on passe aux marnes irisées, *keuper* des Allemands, *red - marl* des Anglais, qui se composent ordinairement d'une marne bigarrée de rouge lie de vin et de gris verdâtre

ou bleuâtre, qui se désagrège en fragmens, dans lesquels on ne reconnaît aucune trace de disposition schisteuse.

Vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées, se trouve constamment un système composé de couches d'argile schisteuse noirâtre, de grès à grain fin et terreux, de couleur gris bleuâtre, ou d'un rouge amaranthe et de calcaire compacte, grisâtre ou jaunâtre, à cassure esquilleuse, quelquefois celluleux, et qui est constamment magnésifère et contient sensiblement la même proportion de magnésie que la dolomie. Dans ce système de couches, le calcaire magnésifère forme souvent une seule couche à la partie supérieure, tandis que le grès et l'argile schisteuse se trouvent au-dessous, alternant ensemble et avec des couches de marnes irisées. Ces couches de grès et d'argile schisteuse renferment très-souvent des empreintes végétales, et souvent aussi des couches de combustible, qui sont en ce moment l'objet de différens travaux de recherches, et même de quelques petites exploitations.

Les masses de sel gemme reconnues à Vic, à Dieuze et dans plusieurs autres points de la Lorraine, se trouvent dans la partie inférieure des marnes irisées, c'est-à-dire au-dessous du système de couches de calcaire magnésifère de grès et de combustible. Des masses de gypse se pré-

sentent aussi très-souvent à cette hauteur, tandis que d'autres, moins constantes, se montrent dans la partie supérieure des marnes irisées.

Il est à remarquer que les couches schisteuses, d'une consistance terreuse, de la partie supérieure du grès bigarré, lorsqu'elles sont assez terreuses pour que le mica y devienne peu apparent, ressemblent beaucoup à celles qui forment le passage entre le muschelkalk et le grès bigarré; de sorte que si le muschelkalk n'existait pas, il y aurait une fusion complète entre le grès bigarré et les marnes irisées. C'est, je crois, ce ce qui a lieu en Angleterre, où ces deux formations se trouvent réunies en une seule, connue sous le nom de *new-red-sandstone and red-marl ;* mais il est bon d'observer que, même dans ce pays, les couches de grès (*new-red-sandstone*) se trouvent au-dessous des couches de marne (*red-marl*).

Les couches supérieures des marnes irisées présentent une teinte verte, qui les distingue du reste de la masse. On y voit paraître des couches minces d'argile schisteuse, noire, et de grès quarzeux presque sans ciment, qui finissent par remplacer entièrement les marnes vertes, et qui forment le commencement du grès inférieur du lias, grès qui fait partie de ceux que les géologues allemands ont nommé *quadersandstein*, mais qui se lie complétement, tant par

des passages que par les fossiles qu'il contient, au calcaire à gryphées arquées qui le recouvre. La séparation que je fais entre les marnes irisées et le grès inférieur du lias est du nombre de ces coupures artificielles, auxquelles la nécessité d'assigner des bornes circonscrites à chacun des objets de nos études nous force de recourir dans l'étude de toutes les sciences naturelles. Aussi, si les marnes irisées continuent quelquefois à former un système assez distinct à une grande distance des Vosges, par exemple près de Luxembourg et de Lons-le-Saulnier, il est d'autres contrées où rien ne conduit à les séparer du grès inférieur du lias; aux environs de Saint-Léger-sur-Dheune et d'Autun, les marnes irisées rentrent dans le dépôt d'arkose, qui, dans d'autres parties de la Bourgogne, où il est beaucoup plus mince, paraît s'identifier avec le grès inférieur du lias, qui se lie intimement au calcaire à gryphées arquées.

Quels que soient du reste les passages qui existent entre les couches dont je viens de résumer les caractères (grès bigarré, muschelkalk et marnes irisées), et celles qui leur sont inférieures et supérieures, l'époque de leur dépôt paraît avoir répondu à une période de la chronologie zoologique, qui se distingue assez nettement de celles qui l'ont précédée et suivie, en ce que les *productus* avaient déjà disparu de la partie de notre planète qui est devenue l'Europe, tandis

que les *bélemnites*, les *ammonites persillées* et les (*gryphites?*) ne s'y étaient pas encore montrées.

J'ai eu occasion d'indiquer du sel gemme dans un seul étage de ce même système de couches, savoir, dans la partie inférieure des marnes irisées ; du gypse dans trois étages, savoir, dans les assises supérieures du grès bigarré, dans la partie inférieure des marnes irisées, et dans la partie supérieure des mêmes marnes ; et du carbonate calcaréo-magnésien (dolomie et calcaire magnésifère) dans quatre étages différens, savoir, dans les assises inférieures et dans les assises supérieures du grès bigarré, dans la partie moyenne du muschelkalk et vers le milieu de l'épaisseur des marnes irisées. Ces trois substances s'y font également remarquer par l'absence de tout débris et de toute empreinte organique ; mais le gypse, et par analogie le sel gemme, me paraissent y former des amas : tandis que le carbonate calcaréo-magnésien, soit qu'il présente les caractères minéralogiques de la dolomie, soit qu'il ne les présente pas, y est toujours éminemment stratiforme, circonstance qui semble l'éloigner beaucoup des masses de dolomie sans structure distincte, qui s'observent dans le midi de la France, en Tyrol, etc., et qui ont fourni à M. Léopold de Buch le sujet d'observations si neuves et si curieuses.

MÉMOIRE

SUR

L'EXISTENCE DU GYPSE ET DE DIVERS MINÉRAIS MÉTALLIFÈRES

Dans la partie supérieure du Lias du sud-ouest de la France ;

PAR M. DUFRÉNOY, Ingénieur des Mines.

---

§ 1. LES formations calcaires comprises entre les terrains qui forment le groupe du grès bigarré et celui de la craie, lesquels constituent en grande partie la chaîne du Jura, sont désignées assez ordinairement sous le nom général de calcaire jurassique. Pendant long-temps, on n'avait admis aucune subdivision dans ces calcaires, quoique cependant on en pressentît l'existence. M. Charbault est le premier, en France, qui ait annoncé, dans un mémoire publié dans les *Annales des Mines*, tome IV, que les montagnes du Jura étaient composées de plusieurs assises distinctes. Déjà en Angleterre, où des falaises nombreuses sur une longue ligne de côtes permettent d'étudier ces formations avec beaucoup de détails, on les avait divisées en deux groupes principaux : l'un a été désigné sous le nom de *Lias*, et l'autre a reçu principalement le nom de

Introduction.

calcaire oolithique. Ce dernier groupe présente, dans ce pays, trois étages distincts, séparés les uns des autres par des couches argileuses, dont la position est constante, et qui sont remarquables par les fossiles qu'elles renferment. On n'a pas encore jusqu'ici indiqué de gypse dans ces différentes couches calcaires, si ce n'est quelques cristaux, que l'on trouve disséminés çà et là dans les marnes du lias et dans l'argile qui forme la séparation entre l'étage inférieur et l'étage moyen du calcaire oolithique, et qu'on distingue sous le nom d'*argile d'Oxford*. Aucun minérai métallique, à l'exception du fer, n'était encore connu dans ces formations avant le mémoire que M. de Bonnard a publié sur une formation métallifère observée dans le S.-O. de la France (1); il annonce dans ce mémoire que la galène et la calamine forment des amas et des veinules dans des couches calcaires siliceuses, qui, à la vérité, reposent immédiatement sur le granite, mais qui, dans les couches supérieures, paraissent passer à un calcaire tout-à-fait semblable à celui que l'on désigne sous le nom de calcaire à gryphites.

Le groupe inférieur de ces formations jurassiques forme une ceinture sur le plateau primitif qui occupe le centre de la France; il constitue

(1) *Annales des Mines*, t. VIII, p. 491.

également une bande assez continue sur le revers septentrional des Pyrénées ; dans cette partie de la France, on y trouve du gypse en quantité très-considérable et des dépôts métallifères susceptibles d'exploitation.

Le calcaire qui renferme ce gypse et ces métaux est noir et marneux, caractères qui lui donnent de l'analogie avec le schiste marno-bitumineux du Mansfeld et avec le calcaire secondaire le plus ancien, qui forme la pente des Alpes; aussi le calcaire des Alpes, qui, d'après des observations récentes, paraît appartenir à la formation qui nous occupe, a-t-il été associé pendant long-temps au zechstein. Il est caractérisé par la présence des bélemnites, qui s'y trouvent souvent en très-grande quantité. Cette circonstance m'a engagé à le désigner dans ce mémoire, au moins provisoirement, sous le nom de *calcaire à bélemnites*, quoiqu'il fasse partie du lias, comme je vais l'indiquer incessamment.

La présence du gypse dans cette formation me paraît intéressante à faire connaître, les terrains secondaires ne présentant jusqu'ici cette substance avec abondance que dans le groupe du grès bigarré comprenant les argiles muriatifères, le grès bigarré et les marnes irisées.

Le gypse se présente dans ce gisement avec des irrégularités qui ne permettent pas de recon-

naître exactement sa position, quoiqu'on ne puisse douter qu'il ne soit subordonné à ce terrain. Ce caractère, commun à presque tous les dépôts de gypse, joint aux dérangemens qui les accompagnent si souvent, a fait supposer qu'ils pouvaient être postérieurs aux terrains dans lesquels on les observe. D'après cette supposition, il n'est pas étonnant d'en trouver au milieu du lias, et il ne serait pas impossible qu'il en existât dans chaque formation. Quelques observations me portent à croire que le grès vert, qui forme une bande très-étendue sur le revers méridional des Pyrénées en renferme également.

Avant d'entrer dans la description de ces dépôts de gypses, il est nécessaire que j'indique les caractères généraux du calcaire qui les renferme, et que je fasse connaître sa position dans les formations jurassiques.

Le groupe inférieur de ces formations, appelé *lias* par les Anglais, a été désigné en France sous le nom de *calcaire à gryphites*, à cause de l'abondance presque constante des *gryphées arquées*. D'après la description que M. Conybeare en donne dans son ouvrage sur la Géologie de l'Angleterre (1), on voit qu'il présente

(1) Outlines, *of the Geologie of England and Wales, etc.*; par MM. Conybeare et W. Philips.

deux assises différentes : l'une, composée de couches nombreuses et peu épaisses de calcaire compacte marneux bleuâtre, séparées par des couches très-minces d'argile, forme la partie inférieure de cette formation. C'est principalement dans cette partie que les gryphées arquées existent en grande abondance. Les autres coquilles les plus communes sont des ammonites, souvent d'une grande dimension, et des plagiostômes. Les espèces les plus caractéristiques sont l'*ammonites Bucklandi* et le *plagiostoma gigantea*.

L'assise supérieure du lias est formée presque exclusivement de marnes plus ou moins bitumineuses et plus ou moins feuilletées. Ces marnes contiennent des rognons d'un calcaire assez analogue à celui des couches inférieures. Ces rognons, disposés sur un même plan, souvent presque continus, offrent l'apparence de couches, de la même manière que les tubercules de silex dans la craie.

Les nombreuses dépouilles des ichthyosaures et des plésiosaures, sauriens, qui paraissent avoir vécu à l'époque où ces formations se déposèrent, se trouvent principalement dans ces marnes. Ce sont également elles qui contiennent le plus d'empreintes de poissons.

Développement des marnes du lias.

§ 2. Dans le centre de la France, ces couches marneuses ont pris un grand développement et se

montrent avec des caractères qui ne leur sont pas habituels; tandis que la partie inférieure du lias, qui correspond plus particulièrement au calcaire à gryphites, s'est beaucoup amincie et le plus souvent n'existe pas. Les rognons calcaires qui accompagnent les marnes ont également acquis une grande extension, soit par la multiplicité des assises, soit par leur réunion, qui les transforme en véritables couches, séparées toujours par des couches de marne.

Il existe, en outre, des couches calcaires peu épaisses, de 1 à 2 pieds de puissance, qui alternent avec ces masses.

Caractères de cette formation.

Le calcaire bitumineux et fétide est généralement d'un gris de fumée assez foncé; par son exposition à l'air, il blanchit à la surface et se décompose concentriquement; il est souvent traversé de petits filons blancs, qui sont le plus ordinairement parallèles les uns aux autres et ne courent pas dans tous les sens, comme dans certains marbres de transition. Ces petits filons ne se prolongent pas dans les couches marneuses placées entre les couches calcaires; ce qui fait présumer qu'ils sont contemporains ou très-peu postérieurs aux couches calcaires.

La silice existe en assez grande abondance dans ce terrain; elle est rarement disséminée dans la masse; elle forme tantôt des rognons ou

petits amas siliceux, tantôt des bandes plus dures que la masse. Dans ce dernier cas, elle donne au calcaire la structure rubanée.

Les coquilles y sont assez nombreuses, mais peu variées. Les principales sont des ammonites, des térébratules, des peignes, des plagiostomes et des bélemnites; ce dernier fossile, étant le plus abondant et sur-tout le plus constant, me paraît aussi caractéristique pour cette assise supérieure du lias que la gryphée arquée pour la partie inférieure; ce qui m'a engagé, comme je l'ai dit plus haut, à la désigner sous le nom de *calcaire à bélemnites.*

Gypse dans le calcaire.

§ 3. Ce calcaire contient des dépôts assez étendus de gypse tantôt saccharoïde, tantôt fibreux; dans ce dernier cas, il est disséminé dans des marnes. Cette formation de gypse, du moins dans cette partie de la France, est ordinairement reconnaissable par le mélange au milieu du gypse d'une grande quantité de cristaux de quarz terminés aux deux extrémités; ils sont semblables à ceux désignés sous le nom de hyacinthes de Compostelle.

Métaux dans le calcaire.

§ 4. Cette formation est métallifère. Elle renferme des couches de fer oxidé rouge, des nids, des veinules et des petits filons de galène et de calamine. Elle paraît différer de celle que M. de Bon-

nard a indiquée dans l'ouest de la France (1), celle-ci se rapportant à l'arkose et étant contemporaine au grès bigarré, peut-être aussi au quandersandstein, grès qui fait partie de la formation du lias. Il serait possible que les métaux se prolongeassent indifféremment dans ces deux formations, et que, dans l'une et l'autre, leur présence fût due à la même cause : du moins leur similitude de nature et de position tendrait à le faire présumer.

§5. Elle renferme en outre des couches de combustible minéral ou de houille, dont la puissance est quelquefois assez considérable pour qu'on puisse les exploiter avec avantage. On en voit dans le calcaire du Larzac, à la séparation des départemens de l'Aveyron et de la Lozère. Il paraît du même âge que celui de Whitby dans l'Yorckshire, ce dernier se trouvant au milieu de marnes rapportées généralement aux couches supérieures du terrain de lias.

Combustible dans le calcaire.

Ce combustible a le plus grand rapport, par ses caractères extérieurs, avec la véritable houille, et il est souvent impossible de l'en distinguer quand on examine les échantillons isolément; quelquefois même il possède comme elle les propriétés de coller en brûlant et de donner du coke.

(1) *Annales des Mines*, t. VIII, p. 491.

Toutefois, il l'égale rarement en qualité, et il est probable qu'il ne pourrait donner lieu, comme elle, à la création de grands centres d'industrie.

Cette similitude de caractères entre des combustibles fossiles d'âges différens ne doit pas étonner, puisqu'il est probable qu'ils doivent tous leur origine à des végétaux enfouis, dans lesquels le passage à l'état bitumineux a été plus ou moins développé. Si une cause, que nous ne connaissons pas, a rendu cette altération généralement complète à l'époque où le terrain houiller se déposait, elle peut s'être produite en partie à d'autres époques, et les combustibles de la Provence qui se trouvent dans le terrain tertiaire en fournissent un exemple remarquable.

Les rapports de ce combustible avec la houille ne permettent pas de le désigner sous le nom de lignite, qui porte avec lui l'idée d'un tissu ligneux visible. Aussi cette espèce de charbon, qui se présente, dans presque toutes les formations, au-dessus du terrain houiller, est-elle souvent une cause de confusion, soit qu'on la désigne par le nom de houille ou par le nom de lignite, que beaucoup de personnes appliquent improprement à tous les combustibles autres que celui du terrain houiller. Il serait donc à désirer qu'on adoptât un nom nouveau pour désigner tous les combustibles fossiles, et qu'on les distinguât en-

tre eux par des épithètes, qui indiqueraient soit leur nature, soit les terrains dans lesquels ils se trouvent. En attendant qu'on ait adopté un nouveau nom, nous le désignerons sous celui de houille.

Position géologique du calcaire à bélemnites.

§ 6. Le calcaire à bélemnites repose dans plusieurs points (près d'Aubenas et d'Alais) sur le calcaire à gryphites; ce qui établit sa position géologique. Dans beaucoup de localités, à la vérité, il est placé immédiatement sur le grès bigarré; ce qui tient à ce que le muschelkalk, les marnes irisées et le quadersandstein manquent dans cette partie de la France. Il est souvent recouvert par une argile sablonneuse micacée, qui me paraît se rapporter au sable de l'oolithe inférieur et qui le sépare des formations oolithiques.

Ordre de la description.

Ce calcaire forme une bande presque continue sur les pentes méridionales du massif primitif qui occupe le centre de la France. Il est sur-tout très-développé dans les départemens de l'Ardèche et du Gard. Il existe également dans le département de l'Aveyron, où il forme deux bandes opposées, séparées l'une de l'autre par le massif de terrain ancien qui constitue les hautes montagnes du Rouergue et se rattache à la montagne Noire. Dans ces deux bassins, les caractères de ce calcaire sont très-différens; ce qui m'avait d'abord fait croire, ainsi que je l'indiquerai en les

décrivant, qu'ils pouvaient appartenir à deux formations distinctes.

Quoique le but principal de ce Mémoire soit de faire connaître les dépôts gypseux et métallifères qui existent dans la formation du lias, je ne puis séparer leur description de celle du calcaire qui les renferme ; cette description est d'ailleurs nécessaire pour justifier le rapprochement que j'ai fait de ce calcaire avec l'assise supérieure du lias.

J'énumérerai par ordre géographique les différens exemples que je vais donner, en commençant par les environs de Figeac, dans le département de l'Aveyron. Je suivrai ensuite cette bande calcaire sur la pente des Cevennes, et je terminerai en indiquant de semblables dépôts sur la pente septentrionale des Pyrénées. Cette manière de procéder, outre la faculté qu'elle procure de suivre plus facilement sur une carte, présente encore, dans ce cas, l'avantage de ne décrire les dépôts de gypse qu'après avoir bien fait connaître la nature et la position du calcaire, le gypse n'existant pas dans les premières localités que nous avons à décrire.

§ 7. (*Environs de Figeac.*) Dans le bassin du Lot, le calcaire s'appuie immédiatement sur le terrain houiller qui contient des porphyres (1).

(1) Les caractères particuliers que l'on observe dans le

A la Magdeleine, au passage du Lot, dans la descente de Figeac, à Cap de Nac, etc., enfin sur les rives du Lot, le grès houiller se voit immédiatement dessous le calcaire. Celui-ci est compacte, rempli de cavités et comme carié. Il forme des couches de 18 pouces à 2 pieds d'épaisseur, inclinées de 8 à 10 degrés vers l'ouest. Les cavités sont remplies d'une matière argileuse blanche, assez légère, qui tache en blanc comme de l'argile en poudre, et qui tombe quand on casse les échantillons. Ces cavités sont de grandeurs très-variables, depuis une demi-ligne jusqu'à plusieurs pouces. Cette multiplicité de cavités rappelle la raüchwacke des Allemands, et la substance argileuse qui les remplit ressemble à la poussière jaunâtre qui enveloppe les concrétions de calcaire magnésien des environs de Sunderland; ce calcaire renferme, en outre, de la magnésie. Un échantillon du calcaire m'a donné 0,40 de carbonate de magnésie, et la poudre en

Nature du calcaire.

---

calcaire de Figeac sont peut-être dus à la présence des porphyres que renferme le terrain houiller qu'il recouvre. Cette présomption paraît d'autant plus probable que, dans plusieurs localités où il répose sur ce terrain, il possède les mêmes caractères, tandis qu'il se présente d'une manière très-différente lorsqu'il est immédiatement sur le grès bigarré.

contenait 0,28 avec un résidu insoluble assez considérable. Quand on examine avec soin les échantillons très-riches en magnésie, comme celui dont je viens de rapporter l'analyse, on reconnaît qu'ils sont un peu cristallins et qu'ils ont du rapport avec les dolomies jurassiques.

Galène et calamine dans le calcaire.

Ce calcaire renferme, à Combecave, près Figeac, une couche de calamine de $0^m,40$ de puissance moyenne. Cette calamine, ainsi qu'on le voit dans la description qu'en a donnée M. Cordier (1), est terreuse; elle se divise en masses irrégulières, poreuses et criblées de cavités; elle est accompagnée de baryte sulfatée, de galène, substances qui sont également disséminées en petits nids, en rognons et en veinules courant dans tous les sens; la galène se trouve aussi en petits amas et en petites veinules dans les couches calcaires qui avoisinent la couche métallifère. Le terrain où existe ce dépôt métallifère est tellement cultivé, qu'il est très-difficile de reconnaître actuellement sa structure; mais on trouve de la galène et de la calamine répandues çà et là dans la terre végétale qui recouvre cette couche.

Au-dessus de ce calcaire carié, il existe différentes couches d'argile schisteuse noirâtre et de calcaire compacte. Les premières couches sont beaucoup plus terreuses. L'argile schisteuse al-

(1) *Journal des Mines,* t. XXII, p. 28.

terne quelquefois avec le calcaire compacte en couches si minces, qu'on peut en réunir plusieurs dans un même échantillon.

Je n'ai observé que très-peu de fossiles; ce sont quelques bélemnites et des ammonites fort rares. Les rapports de caractères extérieurs et de composition m'avaient fait d'abord rapprocher ce calcaire du zechstein des Allemands et du calcaire magnésien des Anglais (1). Ce rapprochement me paraissait d'autant plus probable que la galène et la calamine sont disséminées en veinules et en petites couches dans le calcaire de ces deux con trées (à Tarnowitz en Silésie et dans les Mendip-Hills dans le Shropshire) de la même manière qu'à Combecave.

Ayant visité dernièrement cette contrée, j'ai reconnu que près de Figeac, entre cette ville et Mont-Redon, le calcaire repose sur des couches de grès et de marne appartenant à la formation de grès bigarré. Cette superposition m'a convaincu que le calcaire de Figeac était plus moderne que le calcaire alpin, et qu'il appartenait probablement à la formation qui nous occupe. Je n'émets encore cette opinion qu'avec quelque doute, parce que les caractères extérieurs du calcaire de Figeac ne sont pas ceux

(1) *Notice sur le gisement de la calamine en Angleterre; Annales des Mines*, tome X, page 481.

qu'on observe dans le calcaire à bélemnites, et qu'il a beaucoup de rapport avec un calcaire qui se trouve un peu au-dessous et forme des couches minces dans les assises supérieures de la formation du grès bigarré. Il correspondrait dans ce cas à celui que M. Élie de Beaumont a indiqué comme existant constamment dans les marnes irisées du système des Vosges; mais ici il n'est pas recouvert par des marnes et paraît passer à la formation qui nous occupe.

Le calcaire carié se retrouve en plusieurs lieux; il sert de point de départ pour connaître les autres formations : on le voit au haut de la plaine de Lunel, près Saint-Cyprien, où il recouvre immédiatement le grès bigarré, dans lequel le ciment ferrugineux se concentre et produit un minérai très-riche de fer oxidé rouge.

A Mourthou, à une lieue sud de Villefranche, sur la route d'Alby, le calcaire carié existe également; il repose sur le grès houiller, qui forme une bande de 30 ou 40 pieds de puissance au plus, et qui recouvre immédiatement les montagnes de granite aux pieds desquelles coule l'Aveyron. Dans ces deux dernières localités le calcaire, comme à la Magdeleine, contient dans ses cavités une matière terreuse; mais en outre la couche inférieure est grenue et s'écrase entre les doigts à la manière des dolomies; il est pénétré de petits trous et comme criblé; structure que l'on remarque dans Dolomie.

les dolomies, et qui paraît due à la nature de cette roche, composée de petits rhomboèdres agglomérés et réunis par leurs parties saillantes.

Ce calcaire saccharoïde ou plutôt granulaire passe, par des degrés insensibles, à un calcaire compacte à tissu très-serré, dans lequel on aperçoit encore le chatoiement de quelques lames; enfin, dans les couches supérieures, le calcaire est compacte et conchoïde et quelquefois siliceux; il est recouvert de couches schisteuses et très-marneuses.

Ce calcaire compacte forme les rives du Lot, depuis les environs de Figeac, jusque près de Cadrieux; il renferme, près de ce village, une couche de mauvaise houille très-pyriteuse, de $0^m,30$ à 50 de puissance; elle est accompagnée d'argile schisteuse souvent mélangée avec le combustible, de manière qu'il n'y a qu'une très-petite partie de la couche seulement qui puisse être employée. La proximité et l'abondance de la houille d'Aubin a fait abandonner, depuis plus de quarante ans, des recherches qu'on avait entreprises sur cette couche, dont l'affleurement se montre au jour sur l'escarpement presque à pic qui borde la rive droite du Lot.

Près de Figeac, le calcaire carié est immédiatement recouvert par un calcaire sublamellaire faisant partie de l'étage inférieur du terrain oolithique, analogue à celui que M. de Bonnard a dési-

gné par le nom de calcaire à entroques (1) ; il est aussi pénétré de cavités, ce qui apporterait quelques difficultés à l'étude de ces terrains, si la structure de la roche n'était essentiellement différente du calcaire inférieur.

En s'éloignant un peu des bords du Lot, près de Saint-Remy, à Faroux et à Villeneuve, le calcaire carié est recouvert immédiatement par des couches nombreuses de marnes schisteuses noires bitumineuses ; elles renferment de gros rognons ou *septaria* de calcaire compacte marneux, paraissant n'être autre chose que des parties marneuses agglutinées par un ciment calcaire. Quelquefois ces septaria prennent un tissu un peu lamellaire, par la présence d'une grande quantité d'entroques ; lorsqu'ils sont marneux ils se décomposent par l'action de l'air. Ils deviennent blanchâtres à la surface, et présentent des zones différemment altérées ; le centre est bleuâtre. Il existe entre les feuillets de cette marne de nombreux cristaux de gypse très-petits, qui paraissent dus à la réaction des pyrites sur la chaux carbonatée de ces marnes ; du moins ces cristaux ne sont visibles que dans les parties altérées par l'action de l'air.

(1) Mémoire sur quelques parties de la Bourgogne, *Annales des Mines*, t. X, p. 432.

Cette description fait voir qu'il règne la plus grande ressemblance entre ces marnes et celles qui existent à la partie supérieure du lias. Cette analogie est en outre confirmée par les coquilles fossiles que ces marnes renferment, et par leur position au-dessous d'une argile micacée, qui me paraît devoir se rapporter au sable de l'oolite inférieure.

Fossiles. Les fossiles les plus constans, sont :

Des bélemnites (*B. apicicurvatus*) (1);

Des térébratules (*T. tetraedra, ornithocephala*);

Des plagiostomes (*plagiost. punctata, sulcata*);

Des peignes (*pecten equivalvis*);

Des ammonites (*am. stokesi, Valcotii*);

Des spirifères (*spirifer Valcotii*, variété);

Des pentacrinites (*P. caput Medusæ*);

Des trigonies (*T. trigonia striata*);

Des pinnes-marines, très-rares (*P. lanceolata*);

Des gryphées (*gryphæa gigantea, Macculochii, cymbium*).

Cette dernière espèce de gryphées, assez rare dans cette formation, est abondante dans les couches qui la recouvrent et dont nous allons bientôt parler.

(1) Je dois à la complaisance de M. Lefroy, ingénieur en chef au corps royal des mines, la détermination des fossiles cités dans ce mémoire.

Les bélemnites sont beaucoup plus constantes et plus abondantes que les autres. On en trouve fréquemment des quantités assez considérables dans les ravins qui sillonnent ces marnes.

Les ammonites sont quelquefois pyritisées.

Au-dessus, il existe une couche argileuse micacée analogue au sable de l'oolithe inférieur que l'on voit, près Bath, dans la tranchée ouverte pour le canal de Bradford. Quelquefois cette couche devient très-argileuse; elle est alors employée à la fabrication des briques. Le plus ordinairement elle contient des masses aplaties de rognons solidifiés, présentant une infinité de bélemnites, des térébratules et quelques peignes. Ce calcaire un peu sableux me paraît analogue à celui de Villers-Bocage près Caen, dans lequel les bélemnites sont très-abondantes. On y trouve, ainsi que je viens de le dire, des *gryphæa cymbium* en grande quantité; — Étage inférieur du calcaire oolithique.

Des térébratules (*T. obsoleta*);

Des mélanies (*M. striata*);

Des ammonites (*A. annulatus*);

Des bélemnites (*B. bisulcatus*);

Des peignes (*pecten obscurus*).

Immédiatement au-dessus de cette couche argilo-sableuse, repose, ainsi que je l'ai indiqué, un calcaire sublamellaire, paraissant saccharoïde à la première inspection : il doit cette structure

à la multiplicité d'entroques dont il est composé ; il contient, en outre, des pointes d'oursins. Ce calcaire est généralement rougeâtre, rempli de petites cavités dues à des parties terreuses qui ont été entraînées par les eaux ; ces cavités atteignent souvent plusieurs pieds d'étendue. Cette couche renferme des rognons de calcaire spathique un peu jaunâtre et qui paraît être ferro-manganésifère. Elle contient fréquemment de petits amas de fer oxidé rouge et même des grains oolithiques ferrugineux ; ils deviennent quelquefois assez abondans pour être susceptibles d'exploitation, comme à Vieuzac, près de Villefranche, où ce minérai de fer forme une couche puissante. Ce calcaire est peu riche en fossiles variés : on y trouve une grande abondance de petites térébratules (*Tereb. concinna*) et quelques valves d'huîtres. Il forme les sommités de presque toutes les collines calcaires qui existent depuis Villefranche jusqu'au-delà de Figeac.

§ 8. (*Environs de Milhau.*) A l'extrémité sud du département de l'Aveyron, aux environs de Milhau, le calcaire recouvre une grande surface ; il se prolonge dans celui de la Lozère et forme le plateau du Larzac. M. Combes ayant décrit ce calcaire avec beaucoup de précision dans un Mémoire inséré dans le tome VIII des *Annales des Mines*, page 371, j'en rappellerai seulement ici les principaux caractères.

Ce calcaire repose sur le grès bigarré à Saint-Affrique; on voit également cette superposition dans les parties basses des vallées entre Saint-Affrique et Saint-Georges; les premières couches sont grenues, très-dures et paraissent siliceuses à la première inspection; mais l'essai indique qu'elles sont dolomitiques, circonstance analogue à ce que j'ai indiqué à Figeac, à Villefranche et presque par-tout où j'ai pu observer le contact du calcaire avec le grès inférieur. Cette dolomie forme ici des couches très-régulières: elle est recouverte immédiatement par des couches de calcaire compacte gris assez foncé, blanchissant par son exposition à l'air. La stratification est généralement horizontale; lorsque les couches sont inclinées, l'inspection des localités indique bientôt que cette circonstance est une exception, due à la présence des terrains anciens, qui forment un avancement, sur lequel s'appuie alors cette formation. Dolomie.

Le calcaire est souvent pénétré de petits filons blancs; il est en couches assez épaisses, alternant avec des marnes schisteuses noires; ces dernières sont beaucoup plus abondantes à la partie supérieure de la formation, où elles acquièrent une grande épaisseur. On les voit couronner toutes les sommités situées entre Saint-Affrique et Milhau. Leur facilité à se désagréger

donne à ces montagnes la forme d'une réunion de petits cônes; les couches calcaires, très-rares et presque entièrement marneuses, sont représentées dans cette partie supérieure par des rognons calcaires abondans et disposés par plans parallèles aux couches. Ils sont souvent chargés de carbonate de fer et deviennent ocreux par la décomposition; on y trouve des pyrites, qui, dans quelques cas, paraissent avoir été le centre d'action, autour duquel le suc calcaire s'est concentré pour former ces ellipsoïdes. Les pyrites, abondantes dans ces marnes, donnent, par leur décomposition, des schistes alumineux; les bélemnites sont encore, dans cette localité, les fossiles caractéristiques, comme dans les environs de Villefranche; on y trouve, en outre,

Des térébratules (*T. tetraedra*);
Des ammonites (*ammonites Valcotii*);
Des peignes (*pecten equivalvis*);
Des bélemnites (*B. apicicurvatus*).

Houille dans le calcaire.

Il existe dans le calcaire deux couches de houille qui courent de l'Est à l'Ouest comme le terrain, et paraissent se prolonger très-loin; on les retrouve dans le département de la Lozère, où elles sont exploitées au Pompidou et aux Bosiers. L'une de ces couches, la supérieure, est exploitée dans les mines de Saint-Georges, Lusençon, Cantorbe, la Liquisse, etc. Sa puissance est d'environ 3

pieds ; elle est comprise, ainsi que la supérieure, entre deux couches de marnes bitumineuses, exploitées pour la fabrication de l'alun, à cause de la grande quantité de pyrites qu'elles contiennent. Ce combustible a tous les caractères de la véritable houille, dont il est impossible de le distinguer par son aspect extérieur. Il est d'un beau noir luisant; sa cassure est grenue et imparfaitement schisteuse; il brûle sans donner l'odeur désagréable que les lignites caractérisés développent souvent; il colle peu, et, sous ce rapport, il se rapproche de la houille sèche; il produit assez de chaleur pour être employé à la forge, et les maréchaux du pays ne se servent que de ce combustible; il est très-mélangé de matières terreuses, ce qui le rend impropre à beaucoup d'emplois. D'après une analyse de M. Combes, un échantillon assez pur de ce combustible contenait 13 pour 100 (1) de matières terreuses.

Ces couches de houille, quoique appartenant essentiellement à cette formation, en occupent tout-à-fait la partie supérieure; elles sont au-dessus des couches calcaires et marneuses qui renferment les ammonites, les bélemnites, les térébratules et autres coquilles plus rares. Cette dis-

(1) *Annales des Mines*, t. VIII, p. 3.

position me paraît rapprocher ces mines de celles exploitées à Whitby, dans l'Yorckshire.

Au sortir de Milhau, en se dirigeant sur Rhodez, cette formation calcaire est recouverte par une argile marneuse renfermant des paillettes de mica très-analogues à celles que j'ai indiquées à Saint-Remy (page 211), près Villefranche, comme représentant assez bien le sable de l'oolithe inférieur; ce qui me confirme encore l'exactitude de ce rapprochement, c'est qu'elle est recouverte quelquefois par un oolithe ferrugineux imparfait et par quelques plaques de calcaire oolithique, se délitant en petits fragmens, comme on l'observe dans l'étage inférieur des formations oolithiques de cette partie de la France.

Galène dans le calcaire du Larzac.

Cette formation calcaire renferme des grottes très-vastes; on en observe plusieurs dans la vallée de la Dourbie, notamment celles de Monna, d'Hispagnac, etc.; elles sont garnies de stalactites; il en sort quelquefois des sources d'une abondance remarquable : telles sont celles de Florac et de Saint-Fulmine (Lozère).

On trouve, dans cette formation, de la galène en filons et en petits amas contemporains, comme à Allenc, dans la Lozère (Mémoire de M. Marrot; *Annales des Mines*, tome VIII, page 468); ce qui fournit un rapprochement de plus avec le

calcaire de Figeac, et vient appuyer sa réunion à cet étage géologique.

§ 9. (*Environs de la Voulte et d'Aubenas.*) La formation de calcaire à bélemnites forme une bande assez large et très-développée sur le revers Est des montagnes de l'Ardèche; elle commence près de la Voulte et existe presque continuellement jusqu'à Lodève; quelquefois elle s'appuie immédiatement sur le terrain ancien, le plus souvent sur le grès houiller, qui forme aussi une bande assez continue, et qui présente quelques dépôts importans comme ceux d'Aubenas, d'Alais, du Vigan et de Bédarieux. Enfin elle repose, dans quelques points, sur le calcaire à gryphites, auquel elle passe insensiblement; elle est presque toujours recouverte par du calcaire lamellaire appartenant au terrain oolithique, qui forme une seconde bande plus rapprochée du Rhône. Lorsqu'il est immédiatement en contact avec les terrains anciens ou le grès houiller, les couches inférieures présentent quelquefois des caractères particuliers. Le calcaire, quoique terreux, grenu et nacré, passe à l'état de dolomie; il alterne aussi avec quelques couches sableuses, et même avec un véritable grès, que M. Brongniart (1) regarde comme lié avec l'arkose. Ces

(1) *Annales des Sciences nat.*, juin 1826.

grès sont assez constans vers la partie inférieure de cette formation; on les observe dans presque toute la bande que nous décrivons, quand la disposition du terrain les met à découvert.

Superposition du calcaire à bélemnites sur le calcaire à gryphites.

A la Begude-Blanche, demi-lieue nord d'Aubenas, il existe entre le grès houiller, qui se rattache au bassin de Prades, Naigles et Jaujac, et le calcaire à bélemnites, une couche très-mince d'un calcaire schisteux dur, contenant une assez grande quantité de petites gryphées imparfaites.

Près d'Alais, le calcaire à gryphites est plus prononcé; il est recouvert par le calcaire à bélemnites, qui se lie avec lui sans qu'on puisse en fixer la ligne de séparation; mais les gryphées arquées ne se présentent pas de nouveau au-dessus; ce qui confirme que ce calcaire, quoique dépendant du calcaire à gryphites, en forme la partie supérieure. En suivant la montée d'Aubenas, on s'élève dans les couches supérieures de ce terrain, composé d'une grande multitude de couches de calcaire gris de fumée assez foncé, traversé de beaucoup de petits filons blancs. Les couches sont séparées par des marnes peu épaisses, qui se délitent facilement et laissent des vides entre elles.

Souvent, lorsque les couches sont inclinées, elles glissent et se fendent en tous sens; le pays

présente alors des bouleversemens dans tous les sens, comme entre Joyeuse et Saint-Ambroix; il est entièrement dépourvu de terre végétale, et l'on aperçoit seulement çà et là quelques ceps de vigne et quelques oliviers, qui croissent dans les fentes des rochers.

Couches marneuses très-abondantes.

En se dirigeant d'Aubenas vers les Vans, l'Argentière ou Joyeuse, on traverse le calcaire à bélemnites, qui se présente avec des caractères différens; il est marneux, noir et schisteux, au lieu d'être compacte, comme au nord d'Aubenas; il forme rarement des couches, il est plutôt en rognons aplatis et contigus; la surface de ces rognons se décompose et devient blanchâtre. Ce calcaire noirâtre se délite à l'air; il se casse très-irrégulièrement quand on le frappe, et prend l'empreinte du marteau.

Ce calcaire marneux noir, soit en couches ou en rognons, alterne avec des couches marneuses, qui deviennent dominantes.

Ces marnes sont schisteuses et se délitent facilement à l'air. Quelques-unes, moins altérables, produisent des débris schisteux; leur décomposition donne naissance à une foule de petits monticules, qui couvrent presque entièrement le sol et lui communiquent une grande aridité.

Près de Saint-Brès, ces marnes bitumineuses ont les caractères extérieurs des schistes marno-

bitumineux du Mansfeld, et si on ne visitait que ces localités, on serait plutôt porté à associer ces formations au zechstein et aux marnes qui en dépendent, qu'à les rapporter au calcaire à gryphites. Près St.-Etienne-de-Fontbellion, où l'on voit une belle coupe de cette formation argilo-calcaire, on trouve à la partie inférieure, et seulement dans quelques escarpemens, un calcaire noir pénétré d'une multitude d'entroques fossiles, en général peu abondans dans ce calcaire. J'y ai vu quelques bélemnites, toujours empâtées dans les marnes, quelques ammonites (*ammonites Valcotii* et *Johnstonii*), des peignes trop imparfaits pour être déterminés, et des térébratules.

Ces marnes schisteuses renferment quelques veines de lignite.

Dans plusieurs points, notamment à la Chapelle, cette formation est recouverte par du calcaire spathique analogue à celui de Figeac, appartenant probablement à l'étage inférieur du terrain oolithique. Ces couches, peu étendues, presque impossibles à indiquer sur une carte, servent à constater la place du calcaire à bélemnites entre le calcaire à gryphites et l'assise inférieure du terrain oolithique. Les bélemnites, si abondantes dans le calcaire inférieur, se retrouvent encore dans le calcaire lamellaire; il y existe aussi de petites térébratules. Dans plusieurs

points, on trouve de la galène disséminée en petits filons dans le calcaire à bélemnites.

Fer oligiste de la Voulte.

Près de la Voulte, le calcaire à bélemnites repose à stratification non concordante sur le schiste micacé, qui forme en partie les montagnes de la Lozère. Dans cette localité, le calcaire renferme une couche de fer oligiste non métalloïde de 5 à 6 mèt. d'épaisseur. Ce minérai y est tantôt compacte, parfaitement pur, tantôt feuilleté et mélangé d'argile disséminée en veines de plusieurs pouces d'épaisseur. Cette couche, coupée par le lit d'un petit ruisseau qui se jette dans le Rhône, affleure à la surface sur un quart de lieue d'étendue. Le centre de la couche est plus riche que les extrémités : pendant longtemps on n'exploitait que cette partie.

Dans les couches schisteuses, qui forment le toit et le mur de la mine, on trouve assez fréquemment des rognons de fer carbonaté, analogues à ceux des houillères; seulement ils renferment une plus grande proportion de carbonate de chaux que ces derniers.

§ 10. (*Environs de la Salle et de St.-Hippolyte.*) Les exemples précédens suffisent pour indiquer la nature et la place du calcaire à bélemnites; je vais en ajouter quelques autres, pour faire connaître la disposition du gypse dans cette formation. Je commencerai par les environs de la Salle

et de Saint-Hippolyte (Gard), dont les couches, formant le prolongement de celles d'Aubenas, l'Argentière, etc., appartiennent évidemment à la même formation.

Le calcaire à bélemnites y est associé avec des couches nombreuses de grès; il renferme en outre des amas de gypse assez considérables.

Le terrain ancien des Cevennes avance au Sud vers la Salle et s'étend jusqu'à moitié chemin de cette ville et de Saint-Hippolyte. Sur le granite, qui, dans cet endroit, est porphyroïde et renferme de très-grands cristaux de feldspath, repose une formation de grès et de calcaire, qui, au premier abord, pourrait paraître fort ancienne; mais elle est liée avec le calcaire à bélemnites, qui la recouvre immédiatement. J'ai observé quatre alternatives de ces grès et de ces calcaires. La couche en contact avec le terrain ancien est un calcaire dur, légèrement grenu, et se cassant dans dans tous les sens en fragmens anguleux. Le grès qui recouvre est à grains très-fins, à ciment siliceux, et analogue au grès luisant des environs de Paris par ses caractères et sa solidité.

Couches de grès associées au calcaire.

Le calcaire de la seconde couche est compacte, d'un gris foncé et pénétré de filons dans tous les sens.

Le second grès est également très-solide, mais à grains beaucoup plus gros que le premier. Le

calcaire qui lui succède est entièrement semblable au précédent.

Dans le troisième grès, les grains sont beaucoup moins serrés que dans les autres; ce grès est également quarzeux, mais moins solide : il ressemble au grès le plus ordinaire dans les houillères. Il existe même une petite couche de grès schisteux dont les feuillets sont noirs, et présentent des parties charbonneuses.

Au-dessus de ce grès, le dernier de cette formation, repose un calcaire en partie compacte et en partie grenu. Semblable à la dolomie jurassique de M. de Buch, il est pénétré, dans tous les sens, de petits filons blancs; il passe par degrés insensibles à un calcaire extrêmement grenu, composé de petits rhomboèdres accolés les uns aux autres, âpre au toucher, se désagrégeant entre les doigts, et donnant un reflet un peu nacré quand on le fait mouvoir à la lumière; il contient de la magnésie en proportion très-rapprochée de celle qui constitue la dolomie (1). Au milieu

Dolomie dans ce calcaire.

(1) L'analyse d'un échantillon très-grenu m'a donné:

Carbonate de chaux......	50,60
Carbonate de magnésie..	47,20
Résidu insoluble.......	1,60
Perte et bitume.........	0,60

La proportion du carbonate de magnésie excède un peu

de ce calcaire grenu, il existe une couche contenant des coquilles assez imparfaites et altérées, appartenant au genre térébratule.

Le même passage que l'on a observé au-dessous de cette dolomie se retrouve au-dessus, c'est-à-dire qu'elle passe par degrés insensibles à un calcaire compacte.

Galène dans la dolomie.

Ce calcaire est fétide; il développe, par la percussion, une odeur bitumineuse qui est sur-tout très-sensible quand il est échauffé par les rayons du soleil. Il contient de la galène; j'en ai vu des indices dans les environs de Figaret, entre Saint-Hippolyte et Lasalle; il en renferme aussi près de Montblet, où le terrain présente quelque différence, comme je vais l'indiquer. Cette galène, autant que j'ai pu m'en assurer, paraît contemporaine à la dolomie. Elle serait dans un gisement analogue à celle de Combecave, d'Allenc, etc. Ce minérai est beaucoup plus abondant près de la petite ville de Durfort, où il est exploité. Il est accompagné de blende, de baryte sulfatée et de chaux fluatée. Le gisement est partie en filons, partie en veinules contemporaines.

---

celle qui a lieu dans la dolomie, laquelle est composée de 54 de carb. de chaux et 46 de carb. de magnésie; peut-être la calcination n'était-elle pas complète.

Le calcaire dolomitique existe principalement sur la rive gauche de la Vidourle; mais on le retrouve aussi sur la rive droite. Ici, il est recouvert par un calcaire entièrement différent du précédent, et qui possède au contraire tous les caractères propres au calcaire à bélemnites; aussi je les avais primitivement séparés, et j'avais assimilé celui qui contient la galène au zechstein. Cette séparation artificielle ne doit plus exister, puisqu'on n'observe aucune différence dans la stratification, et que j'ai associé le calcaire de Figeac à la formation qui nous occupe.

Le calcaire supérieur est noir, fétide, compacte et à cassure conchoïde; il renferme de nombreuses bélemnites, des térébratules, etc. J'y ai vu une ammonite (*Am. Valcotii*, variété); il contient des rognons et des veinules de quarz lydien, circonstance que l'on observe quelquefois dans la dolomie. Les couches de ce calcaire sont moins inclinées que celles de la dolomie; elles s'enfoncent sous les formations oolithiques, dont les couches horizontales recouvrent une étendue considérable du côté du département de l'Hérault. C'est le même calcaire qui constitue la montagne dite l'Ermitage-aux-Loups, la plus haute montagne calcaire de ce pays.

Sur le revers opposé des montagnes calcaires de Saint-Hippolyte, du côté de Montblet et de

Durfort, on retrouve la dolomie, que je viens d'indiquer, mais seulement dans quelques points. Presque par-tout le terrain est composé de marnes schisteuses et bitumineuses, exactement semblables à celles que j'ai indiquées près de Saint-Ambroix et de Saint-Brès; les environs de Montblet en sont presque exclusivement formés. Elles renferment, comme je l'ai déjà indiqué plusieurs fois, des rognons calcaires ellipsoïdaux assez considérables. Ces rognons et ces marnes m'ont offert quelques bélemnites, deux ou trois peignes et des térébratules.

Gypse dans le calcaire.

Dans les environs de la Salle et de Saint-Hippolyte, le calcaire est associé avec du gypse, qui est exploité dans un assez grand nombre de points. Le gypse est en général saccharoïde; il contient quelques cristaux de quarz terminés des deux côtés, analogues à la variété décrite sous le nom de *hyacinthe de Compostelle*. Ces cristaux se retrouvent avec plus ou moins d'abondance dans tous les dépôts gypseux de cette époque, assez nombreux dans cette partie de la France, et ils y sont presque caractéristiques. Le gypse est accompagné de marnes rougeâtres et verdâtres, au milieu desquelles il paraît être plutôt déposé en amas qu'en couches. Les couches de marnes sont contournées. Les différens dépôts que j'ai visités dans ce canton reposent tous sur le gra-

nite et ne sont recouverts par aucune couche, de sorte que je ne savais à quelle formation les rapporter ; j'étais porté à les regarder comme analogues à ceux des Alpes, que M. Brochant de Villiers a rangés dans le terrain de transition. Mais ayant vu peu de temps après, et à une petite distance de la Salle, des gypses semblables à ceux-ci reposer sur le calcaire à bélemnites, j'avais pensé que tous ces dépôts gypseux étaient de même âge, et qu'ils appartenaient à la formation du lias. Cette présomption a été confirmée par M. Combes, ingénieur des mines, qui a visité ce pays depuis moi. Il annonce, dans une *Notice* jointe au *Catalogue* d'une collection de ce terrain qu'il a envoyé à l'École royale des mines, que ce gypse est enclavé dans le calcaire; il s'exprime ainsi : «Dans le ravin appelé des plâtrières, on aper-
» çoit bientôt sur les deux côtés des amas de gypse,
» dont plusieurs sont en exploitation. Ces amas
» sont placés par-dessus le calcaire à bancs incli-
» nés, qui forme le fond de la vallée. Le gypse y
» est de couleur blanche, grise ou rouge. Sa tex-
» ture est rarement fibreuse, quelquefois grenue,
» le plus souvent compacte, et la cassure est sac-
» charoïde. Le gypse est très-souvent entrelacé
» de marnes, qui deviennent plus abondantes
» vers les parties supérieures. Des couches épais-
» ses de marnes alternant quelquefois avec du

» grès à grain fin recouvrent ces amas. Les ébou-
» lemens survenus par suite des exploitations
» empêchent de reconnaître d'une manière nette
» le sens de la stratification. Au-dessus des bancs
» de marnes, dont la couleur est très-variable,
» viennent les bancs d'un grès différent de celui
» qui alterne avec les bancs calcaires inférieurs
» du gypse. Ce grès est en général très-quarzeux ;
» le grain est souvent fin et le ciment abondant;
» d'autres fois, le grain est grossier et le ciment
» plus rare. Beaucoup d'échantillons sont tra-
» versés par des veines de calcaire spathique.
» Sur quelques points, les bancs de grès supé-
» rieurs au gypse alternent encore avec des mar-
» nes et des assises calcaires, qui ont la plus
» grande analogie avec le calcaire inférieur. »

De cette description, il résulte clairement que le gypse repose sur le calcaire à bélemnites; quant à sa contemporaineté avec ce calcaire, elle n'est pas aussi positive; mais on verra, d'après les autres exemples que je vais citer, que les dépôts gypseux existent constamment à la séparation de ce calcaire et de l'assise inférieure des formations oolithiques.

§ 11. (*Environs de Cazouls.*) Le calcaire des Cévennes se prolonge avec les mêmes caractères sur la pente de la montagne Noire; il est compacte, accompagné de marnes schisteuses, et

contient, également, des bélemnites, des térébratules, etc. On y observe plusieurs dépôts de gypse reposant sur ce calcaire, notamment à Cazouls, près Beziers (Aude). On ne peut indiquer avec certitude la relation du gypse avec le calcaire, parce que, d'une part, le gypse n'est pas recouvert; et que de l'autre on ne voit nulle part la partie inférieure du gypse. L'idée la plus naturelle qui se présente à l'esprit, en visitant seulement les environs de Cazouls, c'est que le gypse y est déposé dans les cavités du calcaire, et, par suite, qu'il lui est postérieur (*voir* la Pl. VII) : on pourrait déduire une conclusion semblable de certains dépôts gypseux de la Salle et de St.-Hippolyte; mais pour démontrer que le gypse est réellement associé avec le calcaire, sans toutefois pouvoir y préciser sa manière d'être, nous indiquerons ci-après qu'il est recouvert par les formations oolithiques. Une circonstance que l'on observe à Cazouls tend à faire admettre cette opinion; c'est que le calcaire, généralement d'un gris assez foncé, devient rougeâtre dans toute la partie en contact avec le gypse et qu'il semble ainsi participer de la nature de la marne qui accompagne le gypse.

Gypse sur le calcaire.

Ces marnes rougeâtres et verdâtres forment des couches peu épaisses, au milieu desquelles le gypse est disséminé en amas et en veinules; les

couches de marne sont très-contournées, structure que leur diversité de couleur rend très-visible. Le gypse est généralement saccharoïde, mais il en existe également de compacte et de fibreux. Il contient une grande quantité de petits cristaux de quarz terminés aux deux extrémités.

§ 12. (*Environs de Durban.*) Dans les montagnes des Corbières, système qui forme un promontoire de la chaîne des Pyrénées à travers le Roussillon, mais qui est intimement lié à cette chaîne, on observe un grand nombre de ces dépôts de gypse, dont quelques-uns sont recouverts. C'est principalement aux environs de Durban que l'on observe cette disposition.

Le calcaire à bélemnites se montre à une petite distance de ce bourg ; il est composé principalement de couches marneuses très-schisteuses, accompagnées de rognons solides. Il contient un assez grand nombre de fossiles, ce sont :

Des bélemnites (*Bel. apici curvatus*).
Des peignes (*Pecten equivalvis*).
Des ammonites (*Am. . . . .*)
Des pinnes marines (*Pinna lanceolata*).
Des pentacrinites (*P. caput Medusæ*).
Des térébratules (*T. ornithocephala, tetraedra*).

Les térébratules sont sur-tout abondantes. Ce calcaire est immédiatement recouvert par un calcaire carié sublamellaire, analogue à celui qui

forme la partie inférieure des terrains oolithiques dans le département de l'Aveyron. Ce calcaire carié est lui-même recouvert par un calcaire compacte jaunâtre, qui se rapporte à l'étage inférieur des formations oolithiques; il forme une chaîne qui sépare les bassins tertiaires de l'Aude et de Perpignan. Dans ce groupe calcaire, le gypse ressort de tous côtés; le plus ordinairement, il est comme appliqué sur les pentes du calcaire, et l'on ne saurait dire s'il est contemporain au terrain, ou s'il a été déposé postérieurement; mais l'examen du monticule sur lequel est construit l'ancien château de Durban résout cette difficulté.

Le gypse forme en grande partie ce monticule; il est mis à découvert par les exploitations et sur-tout par un petit ruisseau, qui le coupe suivant une assez grande longueur. Il est en masses irrégulières, qui ne forment pas, à proprement parler, des couches; il est associé avec des marnes colorées en rouge et en vert, et on peut même dire, avec plus d'exactitude, qu'il y forme des veines et de petits amas. Ces marnes schisteuses sont contournées dans tous les sens; les feuillets, séparés l'un de l'autre par du gypse un peu saccharoïde, sont coupés en travers par de petits filons de gypse fibreux; le gypse renferme une énorme quantité de cristaux de quarz, qui lui donnent une grande analogie avec celui de Cazouls. Gypse sous le calcaire.

Il est recouvert par le calcaire caverneux, que j'ai indiqué ci-dessus comme appartenant à l'assise inférieure des formations oolithiques et qui est en effet surmonté par quelques couches oolithiques. Le calcaire en contact avec le gypse est en partie dolomitique. Ce recouvrement, très-évident lorsqu'on examine le monticule du château de Durban, est encore plus frappant lorsqu'on est sur les montagnes environnantes. On voit alors très clairement que le gypse se montre de tous côtés à des hauteurs correspondantes et qu'il est recouvert en plusieurs points par le calcaire carié (1).

En comparant la position du gypse dans cette localité avec celle qu'il affecte aux environs de Cazouls et de Saint-Hippolyte, on est conduit à conclure qu'il est associé aux couches supérieures du lias. En effet, à Cazouls et à Saint-Hippolyte, le gypse paraît reposer sur le calcaire à bélemnites et il n'est pas recouvert. A Durban, au contraire, il est recouvert par l'étage inférieur des formations oolithiques; mais le terrain sur lequel, par analogie, on suppose qu'il s'appuie, ne se voit pas immédiatement. Le calcaire à bélemnites,

(1) La coupe figurée Planche VII montre cette disposition. Pour pouvoir donner à la butte de gypse plus de largeur, on a fait un arrachement dans les montagnes qui environnent Durban.

il est vrai, existe à une petite distance, et il est surmonté par le même calcaire qui recouvre le gypse.

Sur l'autre versant de cette chaîne calcaire, qui peut avoir une lieue et demie de large, on observe également, à *Fitou*, du gypse placé sur les flancs des collines. Dans ce lieu, la superposition du calcaire ne s'observe plus; mais tout porte à croire que ce gypse n'est pour ainsi dire qu'une ramification de celui des environs de Durban. Gypse de Fitou près Durban.

Il sort de ce calcaire des sources salées; il en existe une à peu de distance de Durban, à la métairie de la Salle; une seconde, beaucoup plus abondante, près de Fitou, entre Sigean et Perpignan, a fait donner le nom de Salies au village qui en est voisin.

§ 13. (*Gypse des Pyrénées.*) Le calcaire à bélemnites se retrouve dans beaucoup de points le long de la chaîne des Pyrénées, et l'on peut dire qu'il y forme une bande assez prononcée, quoique très-morcelée. On le rencontre sur-tout aux environs de Saint-Girons; il contient beaucoup de fossiles; sa partie inférieure, qui repose sur le calcaire de transition, est à l'état de dolomie et a l'apparence d'une brèche. Il est séparé de l'assise inférieure du calcaire oolithique par une argile micacée passant à un grès qui contient

une très-grande quantité de petites ammonites aplaties (*Ammonites planorbis*), espèce qui appartient à cette assise. Cette argile micacée, analogue à celles des environs de Ville-Franche et de Milhau, me paraît représenter le sable de l'oolithe inférieur, et dès-lors son existence sur le calcaire à bélemnites détermine d'une manière précise la position géologique de ce calcaire (1).

Gypse et ophite des Pyrénées.

Le long de cette ligne, on voit, de distance en distance, des amas d'ophite et de gypse. Ces deux roches sont placées l'une à côté de l'autre sans qu'on puisse découvrir leur relation ; cependant comme c'en est déjà une très-grande que cette constante juxta-position, il est difficile de ne pas présumer qu'elles sont d'un même âge géologique. Toutes deux sont postérieures au calcaire à bélemnites (ce que je me propose de démontrer dans un autre Mémoire). En outre, le gypse, associé à l'ophite, possède tous les caractères

(1) On ne voit pas la superposition immédiate de l'argile micacée sur le calcaire à bélemnites ; mais cette argile forme pendant une lieue 1/2 ou deux une bande qui court de l'est à l'ouest, et qui, d'après son inclinaison vers le nord, paraît s'appuyer sur une suite de collines composées de calcaires à bélemnites. Une seconde chaîne de calcaire oolithique borde au nord la bande d'argile micacée et détermine sa position géologique.

extérieurs de ceux de la Salle, de Cazouls, de Durban, de Fitou, etc.; comme eux, il renferme de nombreux cristaux de quarz, et on en a un exemple remarquable à Bastènes, où ces cristaux sont très-abondans, tant dans le gypse que dans l'aragonite dont il est mélangé. Enfin, de même qu'à Durban, on y trouve des sources salées, puisque celles des environs de la ville de Salies (Basses-Pyrénées) sortent non loin de gypses, associés à l'ophite.

Sur le revers méridional des Pyrénées, le gypse se retrouve dans des circonstances semblables; nous l'avons vu en Catalogne en plusieurs points de la vallée de Baga, d'abord à une petite distance de la ville de ce nom et ensuite près du pont de Romanti : il était, à la surface, associé avec des marnes rouges et vertes; il contenait également du quarz; il reposait en outre sur un calcaire gris clair, associé avec des marnes et contenant des gryphites. Aragonite avec cristaux de quarz.

Le gypse des Pyrénées dont on vient de parler, est déposé le plus ordinairement sur l'assise inférieure des formations jurassiques; mais souvent aussi il est appliqué immédiatement sur le terrain de transition, comme à Céret, dans la vallée du Teech et près d'Arles, lieux où il n'est pas recouvert. Sans doute, je ne veux pas associer à cette formation gypseuse tous les dépôts de

gypse qui s'appuient sur les terrains anciens et dont on ne connaît pas l'âge; mais ceux que je viens de citer sont tellement analogues, par leur disposition et par leurs caractères extérieurs, avec ceux de Fitou, de Durban et de Cazouls, que je ne crois pas possible de les séparer.

Résumé. § 14. En résumant les différentes circonstances qui caractérisent le calcaire à bélemnites et le gypse que nous avons décrits, on est conduit à établir les conclusions suivantes,

1°. Il existe sur les pentes des montagnes du centre de la France une formation de calcaire, en général gris foncé, alternant avec des marnes schisteuses; ces calcaires et ces marnes contiennent les mêmes espèces fossiles (térébratules, peignes, plagiostomes et bélemnites), qui se rencontrent dans le terrain de lias des Anglais, et plus particulièrement dans les marnes qui forment la partie supérieure de cette formation.

2°. Ce calcaire repose tantôt sur le grès houiller, tantôt sur un autre grès que ses caractères extérieurs et la présence du gypse me font présumer être le grès bigarré, tantôt enfin (aux environs d'Aubenas et d'Alais), sur le calcaire à gryphites, lias des Anglais.

3°. Il est recouvert dans quelques endroits, notamment près Villefranche, Milhau et Saint-Girons, par une argile micacée, qui me paraît

correspondre assez bien au sable de l'oolithe inférieur.

4°. Cette argile micacée est elle-même recouverte par des couches de calcaire compacte et de calcaire oolithique, lesquelles appartiennent à l'assise inférieure des formations oolithiques : d'où il suit que le calcaire qui nous occupe est compris entre le calcaire à gryphites, qui forme la partie inférieure du lias et les formations oolithiques. Il appartient donc à la partie supérieure du calcaire à gryphites.

5°. Ce calcaire prend dans certains lieux (comme à Figeac, Villefranche, au Lardin près Terrasson, etc.), des caractères tout-à-fait particuliers, qui l'ont souvent fait rapporter au zechstein. Au lieu d'être, comme à l'ordinaire, d'un gris foncé, il est d'un gris clair, carié, compacte, esquilleux et non marneux. Cette différence dans les caractères extérieurs paraît être en relation avec sa position ; car dans tous les lieux que je viens de citer, il repose immédiatement sur le terrain houiller.

De plus, dans ces différens lieux, le calcaire est magnésien et souvent même dolomitique ; il contient en outre des veinules et de petits amas de galène et de calamine, qui paraissent contemporains à la roche. Il serait possible que la

présence des métaux et de la dolomie (1) et peut-être même du gypse fût due à la même cause. En effet, dans tous les lieux où j'ai observé des veinules métalliques dans ce calcaire, à l'exception du fer, il est à l'état de dolomie. Les environs de la Salle et de Durfort nous présentent ce fait d'une manière bien prononcée.

6°. Ce calcaire renferme des couches d'un combustible analogue à la houille par ses caractères extérieurs.

7°. A la Voulte, on observe dans le calcaire à bélemnites une couche de fer oxidé rouge passant au fer oligiste.

8°. Il existe, à sa jonction avec le calcaire oolithique inférieur, des amas de gypse plus ou moins considérables. Ce gypse, déposé tantôt sur le terrain ancien, tantôt sur le calcaire à bélemnites, est recouvert, aux environs de Durban, par l'assise inférieure des formations oolithiques. Cette

(1) Ces dolomies, que M. de Buch a le premier fait connaître, se trouvent souvent dans des positions singulières, et tout en n'adoptant pas entièrement ses idées sur leur formation, on est obligé d'admettre, comme ce célèbre géologue l'a indiqué, que leur position au milieu des terrains dans lesquels elles sont enclavées s'accorde rarement avec la supposition d'un dépôt tranquille et régulier.

superposition ne laisse aucun doute sur la position relative des gypses et du calcaire.

9°. Ce gypse, tantôt saccharoïde, tantôt fibreux, renferme par-tout de nombreux cristaux de quarz, qui, s'ils ne peuvent en général être regardés comme caractéristiques de cette formation gypseuse, fournissent cependant un moyen presque certain de la reconnaître dans la partie méridionale de la France.

10°. Les nombreux dépôts gypseux placés sur le second étage des deux versans de la chaîne des Pyrénées sont presque par-tout tellement voisins de l'ophite, qu'il est presque impossible qu'il n'existe pas une relation intime entre le gypse et l'ophite, qui paraissent de même époque; en outre, l'ophite reposant dans un endroit (à la Cassasse, près Rimont) sur le calcaire à bélemnites, il est naturel de penser que les gypses des Pyrénées sont de même âge que les gypses associés au calcaire à bélemnites, et que les uns et les autres appartiennent à l'assise supérieure du lias.

Je ferai enfin remarquer que les sources salées des environs de Durban et de Perpignan sortent de ce terrain, et qu'elles sont voisines des dépôts de gypse.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR

LE PLATEAU CENTRAL DE LA FRANCE, ET PARTICULIÈREMENT SUR LES TERRAINS SECONDAIRES QUI RECOUVRENT LES PENTES MÉRIDIONALES DU MASSIF PRIMITIF QUI LE COMPOSE;

PAR M. DUFRÉNOY, Ingénieur des Mines.

§ 1. Le centre de la France est occupé par un vaste plateau de terrain ancien, en général granitique, qui forme les montagnes de la Bourgogne, du Limosin, de l'Auvergne, du Forez, du Cantal, de l'Aveyron, de l'Ardèche et des Cévennes. Ce plateau a plus de 80 lieues de large à la hauteur de Limoges; mais en s'avançant vers le midi, il s'amincit graduellement, et se termine par une pointe qui le rattache à la montagne Noire. Ce dernier groupe de terrain ancien forme ainsi une espèce de péninsule, qui est isolée de la chaîne des Pyrénées par un bassin longitudinal de terrains secondaires et de terrains tertiaires.

Les pentes de ce plateau granitique central et quelques-unes de ses dépressions sont recouvertes presque par-tout immédiatement par dif-

férens terrains, dont la description est l'objet principal de ce mémoire.

Sa partie orientale présente en outre, sur une assez grande surface, des dépôts volcaniques, dont nous jugeons inutile de parler ici, parce qu'ils sont entièrement indépendans des terrains anciens et des terrains modernes, auxquels ils sont toujours superposés. D'ailleurs, nous n'aurions que peu de faits intéressans à ajouter aux descriptions qui ont déjà été publiées de la plupart d'entre eux.

Je commencerai par donner un aperçu des terrains anciens qui constituent ce plateau, et des terrains de transition, qui forment une bande étroite et peu continue sur les flancs de la chaîne de Tarare et de la montagne Noire. Ces groupes, quoique granitiques, devraient peut-être être considérés aussi comme faisant partie de ce terrain de transition.

Aperçu sur les terrains primitifs et de transition du centre de la France.

Limites du plateau primitif ou intermédiaire.

§ 2. La partie méridionale de ce groupe de terrain ancien, à partir d'une ligne Est et Ouest, qui passerait par Limoges et par Lyon, est limitée à peu près ainsi qu'il suit:

A l'Ouest, par une ligne qui irait de Nontron à Nanteuil près Thiviers, à Hautefort et Donzenac.

A partir de ce point, elle descendrait vers le midi, et s'avancerait par Bretenoux, Peyrusse, Villefranche et Najac; elle tournerait alors autour d'Alby et se rattacherait à la montagne Noire, qui court à peu près de l'Est à l'Ouest depuis Lodève jusque près de Castres. A l'Est, ce plateau est limité d'abord par le Rhône, depuis Lyon jusqu'à Beauchastel; puis, ensuite, par une ligne qui passerait près de Privas, Joyeuse, les Vans, Anduze, Saint-Hippolyte, le Vigan, et se rattacherait à Lodève.

Au milieu de cette vaste enceinte, il existe un dépôt de terrains secondaires qui occupe le centre du département de l'Aveyron et une partie de celui de la Lozère.

§ 3. La dénomination de plateau, que j'ai donnée à la vaste étendue de terrain ancien qui occupe le centre de la France, annonce que ce massif, plus élevé que les terrains secondaires qui l'enveloppent, présente par-tout une hauteur assez constante. Cependant, comme on doit le présumer, il offre des arêtes saillantes, formant des espèces de chaînes. Ces chaînes, qui prennent naissance dans les montagnes de l'Ardèche et de la Lozère, divergent bientôt et se dirigent assez exactement du Nord au Sud, comme les vallées de la Saône, de la Loire et de l'Allier qu'elles séparent. A l'Ouest de cette dernière

Disposition générale.

vallée, le terrain ancien se tient à une élévation assez constante et répond exactement à l'idée que l'on a d'un plateau. La composition des chaînes présente quelque différence avec celle de la partie plate qui constitue l'Auvergne et le Limosin; plusieurs circonstances, entre autres la présence, sur leurs versans, de filons considérables et de masses de porphyres quarzifères, pourraient faire croire qu'elles sont moins anciennes que les granites du Limosin, ou plutôt que ces chaînes, déposées en même temps que tout le massif primitif, ont été modifiées postérieurement. Leur similitude doit au moins faire regarder comme certain qu'elles doivent leur origine aux mêmes causes et qu'elles sont formées dans des circonstances entièrement semblables, et différentes de celles qui ont accompagné la formation de tout le plateau.

Un fait encore digne de remarque, et qui peut-être peut éclairer sur l'âge de ces deux chaînes, c'est que dans les parties des vallées de la Loire et de l'Allier, qui correspondent aux chaînes que nous venons d'indiquer, il n'existe pas de dépôts de terrains secondaires, tandis que ces terrains forment des bandes presque non interrompues sur la lisière de tout le plateau. Ces formations, comme je l'ai déjà indiqué, se retrouvent en outre dans quelques dépressions du terrain granitique qui appartiennent à la partie que

je regarde comme la plus ancienne de tout le massif. Il est donc naturel de penser que ces deux vallées, dont la largeur atteint quelquefois huit ou dix lieues, comme à Feurs et à Thiers, sont postérieures à ces terrains ; d'un autre côté, les roches qui forment les chaînes de Tarare et du Forez présentant une double pente, on est conduit à admettre que l'ouverture de ces vallées est une conséquence de la formation de ces chaînes, produites peut-être à-la-fois par un soulèvement et un abaissement de la masse du terrain.

J'ai annoncé qu'il n'existait pas de terrains secondaires dans ces vallées ; cependant il s'y rencontre quelques petits bassins houillers, notamment celui de Brassac dans la Haute-Loire ; mais, en étudiant la configuration du pays, on reconnaît bientôt que l'on rencontre épars çà et là un assez grand nombre de ces petits bassins ; la plupart, entourés de tous côtés par du granite, ont été déposés, pour ainsi dire, dans les cavités que présentait le terrain ancien : on peut alors regarder les houillères de Brassac comme étant dans une cavité qui, postérieurement, a fait partie de la vallée de l'Allier. Cette supposition paraît d'autant plus probable que l'on rencontre très-près de cette vallée, quoique entourée de tous côtés par du granite, plusieurs bassins houillers, comme ceux de Fins et de Commentry, et que si

la vallée avait acquis un peu plus de largeur en ces points, ces bassins y auraient de même été compris.

Quelle que soit, au reste, l'opinion que l'on adopte sur la formation de ces chaînes et de ces vallées, on ne peut assimiler le massif qui nous occupe ni avec la chaîne des Pyrénées ni avec celle des Alpes. La forme de ces montagnes, la nature des roches qui les composent, sont très-différentes; mais la nature et la disposition des terrains secondaires qui les recouvrent présentent des différences encore plus remarquables. Ainsi, dans les Alpes, le terrain de craie a des caractères de solidité qui ne lui sont pas habituels; il se trouve en outre, comme M. Brongniart l'a démontré, à des hauteurs que les terrains secondaires, même les plus anciens, sont bien loin d'atteindre. Le lias se présente dans des circonstances semblables, ainsi qu'il résulte des faits nouvellement recueillis par M. Elie de Beaumont. D'après des observations récentes que j'ai faites dans les Pyrénées, il est probable qu'un terrain de craie analogue à celui des Alpes recouvre également quelques-unes des sommités les plus élevées de cette chaîne, notamment le Mont-Perdu, célèbre par les explorations aussi savantes que poétiques de M. Ramond.

Pour donner une idée générale de ce terrain,

nous indiquerons une coupe prise à la montagne de Tarare, une de la chaîne du Forez, de Boën à Thiers, et quelques détails sur le reste du massif.

§ 4. La chaîne qui sépare la vallée de la Saône de celle de la Loire, et que l'on peut désigner par groupe de Tarare, présente une composition assez constante dans toute sa partie élevée, qui commence près de Charolles. Le granite proprement dit est peu abondant, tandis que les porphyres forment la masse principale. En partant de Roanne pour aller à Tarare et à l'Arbresle, on coupe la chaîne dans toute son épaisseur, et on prend une idée assez exacte de sa composition. **Chaîne de Tarare.**

Au sortir des montagnes des environs du Puy, où la Loire coule presque toujours dans un lit fort resserré, la vallée à laquelle elle donne son nom présente deux bassins bien distincts ; l'un, à la hauteur de Feurs, peut avoir 6 lieues de large ; l'autre, entre Roanne et Digoin, en a jusqu'à 8. Entre ces deux bassins, la Loire, dont le lit se rétrécit subitement, coule au milieu d'un défilé entaillé dans le porphyre, qui peut avoir 4 ou 5 lieues de long : cet étranglement, connu dans le pays sous le nom de *les Roches*, s'élargit un peu avant Roanne, où commence le second bassin, et la vallée de la Loire a environ deux lieues de largeur à la hauteur de cette ville. Le pied des

montagnes de Tarare commence à peu près à $\frac{1}{2}$ lieue de Roanne ; quoique la montée soit douce, cependant on voit le groupe de terrain ancien s'élever assez brusquement et former des escarpemens assez considérables. Les premières roches que l'on aperçoit sont des porphyres rouges contenant une grande quantité de quarz disséminé quelquefois en cristaux, mais le plus souvent en noyaux arrondis ; ce quarz y est très-éclatant et très-vitreux. La pâte de ce porphyre est un feldspath compacte, d'un rouge clair un peu terne : il contient quelques cristaux très-rares de feldspath ; souvent ces cristaux sont terreux et comme décomposés. Cette manière d'être du feldspath est sur-tout remarquable près de la Clayette, petite ville située au pied de la chaîne et à quelques lieues au Nord de Roanne. Cette bande de porphyre, que je viens d'indiquer comme formant le versant Ouest de la chaîne de Tarare, paraît fort étendue ; du moins j'ai retrouvé des porphyres exactement semblables près de Charolles, de Château-Chinon et de Lorme, à une petite distance d'Avallon. Dans ces deux dernières localités, je n'ai pas vu leur relation avec le terrain granitique, il paraissait y être adossé. Ces porphyres sont presque identiques avec ceux de l'Esterel près Fréjus (département du Var), cités par M. Faujas, lesquels, je crois, sont considérés

Porphyres quarzifères.

comme appartenant à la formation de grès bigarré; ils contiennent cependant quelques paillettes de mica vert, qui n'existent pas dans les porphyres quarzifères de cette dernière localité: ils renferment, en outre, quelques parties d'un jaune verdâtre, peu dures, qui se fondent dans le feldspath et ressemblent à de la serpentine. Une substance analogue, et disséminée de la même manière, existe dans les porphyres rouges de Figeac, que j'aurai occasion de décrire dans la suite de ce Mémoire.

Le porphyre quarzifère s'élève jusqu'au village de l'Hôpital, environ à une lieue et demie de Rouane; il forme des filons qui courent dans toutes les directions, et dont l'épaisseur, quelquefois fort considérable, est souvent réduite à quelques pouces. Outre ces filons, il constitue aussi des masses assez puissantes: ces masses présentent des fentes dans plusieurs sens, quelquefois assez régulières pour donner l'idée de couches; mais, pour peu qu'on les examine avec soin, on reconnaît bientôt que la régularité n'est qu'apparente, et que ces fissures, ou pour mieux dire ces divisions, se contrarient dans tous les sens, disposition assez ordinaire aux porphyres désignés sous le nom de trapp secondaire. Les fissures sont souvent fort rapprochées les unes des autres, et leurs surfaces étant lisses et dé-

composées, on a de la peine à obtenir un échantillon avec des cassures fraîches. Quelquefois ces surfaces sont recouvertes d'un enduit très-mince, jaunâtre, assez analogue à de l'urane phosphaté d'Autun. Dans cette dernière localité, l'urane est disséminé dans une roche granitoïde, dont il est assez difficile de déterminer la nature, et qui appartient probablement à celles désignées, sous le nom d'arkose, par M. de Bonnard. Sa présence établirait donc des rapprochemens entre les porphyres d'Autun et ceux de Tarare, et semblerait indiquer que ceux-ci ne sont pas très-anciens, ce que nous avions déjà déduit de leur analogie avec les porphyres de l'Esterel. Dans la chaîne de montagnes qui nous occupe, ils sont liés intimement avec le terrain ancien, comme M. de Bonnard a démontré que l'arkose l'était au granite, de manière qu'il est impossible d'établir une limite : ainsi, ils passent par degrés insensibles à des porphyres feldspathiques analogues à ceux qui se trouvent habituellement dans les terrains granitiques, et qui ne présentent plus alors cette disposition en filons et en masses irrégulières que j'ai signalée. A $\frac{1}{2}$ lieue de l'Hôpital, les cristaux de feldspath deviennent plus abondans, ainsi que les lames de mica vert, celles-ci sont cependant encore fort rares : les cristaux de feldspath sont ordinairement roses, un peu plus clairs que la pâte,

Urane dans le porphyre quarzifère.

Porphyres feldspathiques.

fort lamelleux et hémitropes. Bien tôt la prédominance du quarz disparaît et le porphyre est tout-à-fait feldspathique ; enfin, à Saint-Symphorien, à peu près à 2 lieues ½ du pied de la chaîne, on rencontre un très-beau granite composé de grands cristaux de feldspath rose, de quarz gris très-disséminé et de mica noir.

Granite.

Le granite à gros grains ne recouvre pas une grande surface ; il passe à des granites à très-petits grains, quelquefois roses, mais le plus souvent de couleur assez foncée. Le mica, le plus ordinairement vert obscur, est quelquefois noir : ces divers granites forment ainsi la masse du terrain jusqu'au petit village des Fourneaux ; ils sont cependant associés d'une manière si intime avec les porphyres, que souvent on est embarrassé de donner un nom aux échantillons que l'on recueille.

Au-delà des Fourneaux, le granite devient très-rare, et presque tout le terrain, jusqu'au-delà de Pain-Bouchain, point le plus élevé de la route, et même de cette partie de la chaîne, est composé de porphyre, qui se prolonge jusqu'à moitié chemin de Tarare. Les porphyres quarzifères se retrouvent encore un peu de ce côté de la chaîne, où ils forment des filons dans le schiste de Tarare ; mais je ne les ai plus revus sur ce versant, quoique je l'aie parcouru jusqu'à la hauteur de Châlons.

Analogie avec les Vosges.

La plupart des porphyres feldspathiques que j'ai décrits présentent une ressemblance frappante avec ceux des Vosges, principalement avec ceux des environs de Thann, de Sainte-Marie et de Gyromagny : les granites offrent aussi la même analogie. Dans ce pays, autant du moins que j'ai pu en juger d'après les collections rapportées à l'École royale des Mines par M. Élie de Beaumont, ces roches doivent être regardées comme de transition, à cause de leur association avec des grauwackes et des roches feldspathiques présentant des empreintes végétales. Il est donc assez probable que la chaîne qui sépare le bassin de la Saône de celui de la Loire est de même époque.

Immédiatement au-dessus de ce groupe de roches granitoïdes existe un terrain de transition bien évident, sur lequel nous allons donner quelques détails. Ils seraient peut-être mieux placés au paragraphe relatif aux terrains de transition ; mais nous préférons les intercaler ici pour compléter la coupe que nous décrivons.

Terrain de transition de Tarare.

§ 5. En descendant vers Tarare, des couches d'un schiste argileux vert succèdent aux porphyres sur lesquels elles reposent immédiatement. Ce schiste plonge, vers le Sud-Est, sous un angle de 25 à 30 degrés ; il contient fréquemment des noyaux de quarz. Les feuillets se contournent ordinairement autour de ces noyaux,

qui, lorsqu'ils sont abondans, donnent à la roche une structure contournée en petit. Ces schistes sont traversés par de nombreuses fissures, dont la disposition en losange produit fréquemment des cassures pseudo-régulières : ils sont pénétrés d'une grande quantité de pyrites, qui leur communiquent par la décomposition une couleur ocreuse plus ou moins foncée ; ils contiennent aussi quelques cristaux de feldspath. Ces schistes ressemblent d'une manière frappante à ceux que l'on désigne, dans le Cornouailles, sous le nom de killas, et ils appartiennent probablement au même étage des terrains de transition ; au milieu de ces schistes existent plusieurs couches de poudingues, alternant soit avec des schistes analogues à ceux que je viens de décrire, soit avec des schistes paillettés, et que je présume être des grauwackes schisteuses ; mais comme on ne voit pas de passages des poudingues à ces espèces de grauwackes, on ne peut avoir alors que des présomptions. Ces couches de poudingues sont assez épaisses ; elles sont composées de galets assez gros et rarement plus petits qu'un pois : la pâte qui les réunit est un schiste analogue à celui avec lequel ils alternent, seulement il est plus foncé et moins solide. Il s'ensuit que ce poudingue est schisteux en grand, qu'il se décompose facilement, et que la surface du terrain qui

Poudingues dans le schiste.

en est composé est recouverte de galets qui en cachent la nature.

Les galets qui entrent dans la composition de ce poudingue sont de quarz laiteux blanc, de quarz lydien, de feldspath compacte, de porphyres, de granite et de schiste argileux verdâtre fort analogue au schiste avec lequel les poudingues alternent. Cette dernière roche et le quarz forment la plus grande partie des galets; cependant, je n'ai pas vu de schistes dans le groupe de la montagne de Tarare: de sorte qu'il semblerait que ce poudingue est formé aux dépens du terrain qui le renferme, les galets quarzeux étant fort analogues au quarz qui existe en noyaux nombreux dans le schiste. Cette supposition est cependant difficile à concevoir, les roches schisteuses étant plus abondantes au-dessus des poudingues qu'au-dessous.

Ces couches de poudingues ne forment qu'une petite épaisseur relativement au terrain schisteux; elles ne présentent pas plus de 100 à 200 mètres de puissance. Ce peu d'épaisseur, et la manière dont ce poudingue se décompose, sont sans doute les causes qui les ont fait échapper jusqu'ici à l'observation, et qui ont donné lieu à regarder les roches schisteuses comme appartenant au terrain primitif.

Schiste argileux vert.

Le schiste argileux vert contient des couches

subordonnées d'amphibole compacte, de feldspath compacte et de diabase. Cette dernière roche est celle qui existe avec le plus d'abondance dans le schiste qui forme, à beaucoup près, la grande masse de tout ce terrain. La mine de cuivre pyriteux, exploitée pendant long-temps à Saint-Bel, est en partie dans une roche de cette nature et dans un schiste talqueux, où le minérai, extrêmement pauvre, est disséminé en petites veines et en petits amas contemporains; il se trouve dans un gisement tout-à-fait analogue à la mine d'Anglesey et aux mines de cuivre de l'Irlande, mines qui fournissent un minérai également fort pauvre.

Les roches de Saint-Bel n'étant pas associées directement avec des poudingues, on ne peut affirmer qu'elles appartiennent au terrain de transition de la chaîne de Tarare; tout porte cependant à le croire: elles se tiennent en effet au pied de cette chaîne, et sont intercalées dans le schiste argileux vert, dans lequel la roche amphibolique de Saint-Bel n'est qu'un accident. Quant au granite et aux granites porphyroïdes qui se trouvent en avant de la chaîne, et que l'on observe aux bords de la Saône, qu'ils traversent au Pont du Change à Lyon, ils appartiennent au groupe central de Tarare, avec les roches duquel ils ont une ressemblance parfaite. On est donc con-

duit à regarder tout ce massif comme formant un seul et même système: les roches qui bordent la Saône seraient alors des îlots du terrain ancien, témoins qui prouveraient que la chaîne s'avançait un peu plus à l'Est à la hauteur de Lyon.

Terrain de transition de Beaujeu.

§ 6. Ce terrain de transition forme une bande qui paraît assez continue: on retrouve en effet le schiste vert sur une grande longueur; mais, en outre, les montagnes d'Aujou, à 8 kilomètres au Nord-Ouest de Beaujeu, sont composées de roches feldspathiques appartenant à ce terrain, dont la nature porte à penser qu'il existe des porphyres dans la formation que nous esquissons.

Les roches principales qui composent ces montagnes sont :

Pétrosilex.

Du feldspath compacte (pétrosilex), d'un gris très-foncé, presque noir, avec des parties plus claires; quelquefois ce feldspath est rubanné. Sa cassure unie présente des esquilles très-petites et visibles seulement à la loupe, excepté dans les parties où le feldspath devient d'un gris clair, passage qui s'observe fréquemment et d'une manière insensible. Il fond plus difficilement que le feldspath esquilleux et paraît être siliceux.

Ce pétrosilex contient fréquemment des no-

dules assez considérables de chaux carbonatée cristalline et des nodules d'amphibole. Cette dernière substance, d'un vert foncé, y forme de petits rognons composés de fibres très-déliées, qui partent d'un centre; elle forme aussi de petites veines qui courent dans tous les sens et se fondent même dans la pâte; elle s'y trouve enfin, mais plus rarement, en petites lames.

Une roche arénacée, dont la pâte est le pétrosilex précédent, avec les différens accidens que je viens d'indiquer. A bien dire, c'est la même roche, qui passe insensiblement à la grauwacke par la présence de quelques galets qui ne sont jamais très-nombreux; les galets qui entrent dans sa composition sont de quarz hyalin, de quarz laiteux, de quarz lydien, d'une roche noire peu dure, difficilement fusible, paraissant pétrosiliceuse, de granite et de porphyre. Quelquefois les galets sont bien arrondis et portent tous les caractères d'avoir été long-temps triturés par les eaux; souvent aussi ils ne se distinguent pas très-bien de la pâte, qui paraît avoir exercé une action corrosive sur eux : dans ce dernier cas, il est impossible de les détacher. Ce sont principalement les galets de quarz laiteux blanc qui présentent cette disposition, de sorte qu'il est ordinairement très-difficile de dire si le quarz est en

Grauwacke pétrosiliceuse.

noyaux contemporains à la pâte, ou si, au contraire, il y constitue des galets.

Une roche d'un vert noirâtre foncé est intercalée dans les couches de feldspath compacte précédentes; elle est fusible en émail noir avec assez de facilité. D'après l'abondance des nodules et des petites veines d'amphibole dans le pétrosilex, on est porté à croire que c'est de la diabase, roche avec laquelle elle a beaucoup d'analogie. La composition de ce terrain de transition, dans lequel on ne voit cependant pas de véritables porphyres, conduit à adopter la supposition que j'ai émise, que certaines roches, comme celles de Saint-Bel, peuvent faire partie du terrain de transition de Tarare.

Outre les roches précédentes, les seules que j'aie vues en place, soit dans les communes de Propières, de Chenelette et de Poule, il existe à l'École royale des Mines, dans les armoires du département du Rhône, des échantillons assez nombreux d'une grauwacke provenant également des montagnes d'Aujou, qui ont été recueillis par M. Dolomieu. Cette roche paraît un peu plus moderne que les précédentes; mais elle porte également les caractères assez habituels aux terrains de transition : elle est de couleur lie de vin très-micacée. Le mica s'y trouve de deux manières : il paraît former en partie la pâte de la roche, et exister

Grauwacke lie de vin.

en même temps en paillettes antérieures à elle. Les galets, nombreux, sont de toutes grosseurs; ils sont le plus ordinairement de feldspath compacte, de diabase et de porphyres. On y observe encore beaucoup de parties saillantes et des angles rentrans; la pâte est tellement adhérente que leur surface est toujours micacée, de sorte qu'ils ne paraissent pas aussi roulés que les galets de la grauwacke de Tarare.

Cette grauwacke est fort souvent schisteuse; elle est quelquefois traversée de petits filons blancs d'une demi-ligne au plus de puissance.

Calcaire de transition de Regny.

§ 7. Le terrain de transition dont nous venons de prouver l'existence sur plus de 12 à 15 lieues de long, depuis les environs de Tarare et l'Arbresle jusqu'au-delà de Beaujeu, se retrouve en quelques points sur le versant Ouest de la chaîne de Tarare. Les roches qui le représentent ne sont plus les mêmes : ce sont des calcaires noirs et des schistes argilo-calcaires. Nous avons observé en outre des feldspaths assez analogues à ceux des montagnes d'Anjou; mais n'y ayant pas trouvé de galets, nous n'avons pas osé les ranger dans les terrains de transition.

Le principal dépôt de ce calcaire est à Regny près Thizy; on en voit également quelques lambeaux entre Charolles et la Claytte et entre cette dernière ville et Charlieu; il est d'un noir foncé,

en partie compacte, en partie saccharoïde; il blanchit un peu par son exposition à l'air. Ce calcaire contient une assez grande quantité de petites lames spathiques appartenant à des entroques plus reconnaissables à la surface des fentes : je n'y ai pas observé d'autres fossiles. Il est traversé par un grand nombre de petits filons de calcaire spathique, qui souvent n'ont que l'épaisseur d'un cheveu, mais quelquefois un pouce ou 2 de puissance. Ce calcaire est associé avec un schiste argilo-calcaire, très-fissile et se décomposant assez facilement. Les couches de ce calcaire et de ces schistes inclinent assez fortement vers l'Ouest.

Ce calcaire de transition est probablement de la même époque que les porphyres d'Aujou; il serait alors analogue à celui qui existe dans le terrain de transition des Vosges. Il est à peu près du même âge que celui qui forme l'étage supérieur des terrains de transition des Pyrénées, et peut être comparé au calcaire de transition des Anglais.

Terrain ancien de la chaîne du Forez.

§ 8. Les montagnes qui séparent la Loire et l'Allier se tiennent à une hauteur assez considérable et présentent des sommités assez élevées : les principales sont le Mont-Herboux ou Pierre-sur-Haute, le Montouset et les Trois-Pointes de la Magdeleine; elles ont à-peu-près 1024, 850

et 750 toises. Leur constitution physique est, à quelques circonstances près, la même que celle du groupe de Tarare.

La grande route de Montbrison à Clermont, qui remonte la vallée du Lignon, depuis Boën jusqu'à Noire-Table, et qui suit ensuite celle de la Dorelle, depuis ce dernier village jusqu'à Thiers, coupe la chaîne dans toute son épaisseur, et en fait bien connaître la nature.

Dans le premier tiers de la route, depuis Boën jusqu'à Saint-Thurin, les roches que l'on rencontre sont analogues à celles du groupe de Tarare; seulement elles se rapprochent davantage de la structure granitoïde, quoique la pâte soit encore compacte. Leur passage du porphyre au granite est tellement continuel, qu'il est souvent difficile de dire si on doit les regarder comme des granites ou comme des porphyres : on n'y trouve point de porphyre quarzifère.

Ces roches granitoïdes sont en général à petits grains; le quarz y est fort rare. Les cristaux de feldspath, qui sont fréquemment en partie compacte et sans éclat, se détachent de la pâte par leur couleur rouge assez foncée. Elles contiennent des parties d'un jaune verdâtre très-clair, qui se rapprochent de la serpentine ou du talc par leur peu de dureté, et qui donnent à ces granites beaucoup de ressemblance avec ceux

que l'on trouve dans le terrain de transition des Vosges.

Alternance des schistes et des roches granitoïdes.

Entre l'Hôpital et Saint-Thurin, les porphyres et les granites alternent un grand nombre de fois avec des schistes argilo-talqueux, qui forment des couches inclinées vers le S.-O. Ces schistes, quelquefois entièrement talqueux, contiennent des cristaux de feldspath, comme on l'observe dans la Tarentaise; mais leur présence ne produit pas le granite talqueux, si abondant dans les Alpes. Les schistes talqueux sont en outre associés avec beaucoup d'amphibole; ils sont quelquefois traversés par de petits filons d'une roche assez analogue à la diabase, mais moins dure et paraissant mélangée de talc ou de serpentine. Malgré la fréquence de ces schistes, qui forment des réunions de couches, dont quelques-unes ont plusieurs centaines de mètres de puissance, ils occupent une très-petite surface relativement aux roches granitoïdes, et ils y sont toujours subordonnés.

Au sortir de Saint-Thurin, on trouve un granite à gros grains, dans lequel les cristaux de feldspath, d'un blanc rosé, ont quelquefois deux pouces de longueur. Ce granite forme la montée de Saint-Julien et presque toute la partie centrale de cette chaîne : il se décompose facilement et tombe en sable. Cette circonstance est sur-tout très-prononcée sur le versant Est de la

chaîne : aussi les pentes sont très-douces de ce côté et la culture s'élève jusqu'au sommet.

De nombreux filons feldspathiques traversent le granite dans tous les sens ; ils sont composés ordinairement d'un granite rosé à très-petits grains, dans lequel le quarz est peu abondant : ces filons ont quelquefois plusieurs pieds de puissance ; ils se coupent et se rejettent dans tous les sens.

Une lieue ou une lieue et demie, après avoir passé le faîte de cette chaîne, le granite est remplacé par des porphyres analogues à ceux qui existent sur l'autre pente et par du gneiss.

Sur ce versant, les montagnes sont beaucoup plus escarpées ; les roches, entièrement nues, saillantes de tous côtés, offrent un contraste frappant avec la fertilité de la Limagne, et donnent aux environs de Thiers un aspect à-la-fois imposant et pittoresque. Le calcaire forme, dans ce terrain, une couche réglée, connue, sur plusieurs lieues de longueur ; on le voit à Champolly près Noire-Table, à la Bombarde, aux Salles et à Ferrières. La direction de cette couche est à-peu-près N.-S. : comme celles de toute la chaîne, elle a 20 mètres de puissance. Le calcaire qui la compose, toujours saccharoïde, est tantôt blanc, tantôt gris bleuâtre : on en a exploité quelques blocs pour la sculpture.

Partie basse du plateau (Limousin).

§ 9. Le pays à l'Ouest de Clermont, que l'on peut, par opposition aux chaînes de Tarare et du Forez, appeler la partie basse de ce terrain ancien, forme un plateau dont la hauteur moyenne ne surpasse pas 750 mètres au-dessus de la mer; la hauteur de l'Allier au Pont-du-Château étant de 313 mètres, il présente, comme nous l'avons indiqué, une composition très-uniforme, à l'exception peut-être des extrémités du plateau, où les roches schisteuses dominent. Dans tout le reste, on voit presque exclusivement du granite et du gneiss, roches qui passent fréquemment de l'une à l'autre. Quelquefois, comme dans le département de la Haute-Vienne, ces deux formations forment des chaînons différens; on peut alors les désigner sous le nom de formation granitique et formation schisteuse.

Formation du granite.

La formation granitique constitue uniquement la chaîne des montagnes au Nord de la Vienne; elle saille, en quelques points seulement, de la chaîne Sud, et forme encore quelques sommités de l'intervalle aux environs de Chanteloube. Le granite est à gros grains et à petits grains; il présente aussi une structure particulière, que l'on pourrait peut-être désigner par le nom de granite à grandes parties. Il constitue une chaîne particulière, qui est connue, dans le pays, sous le nom

de chaîne de Chanteloube (1). Ce dernier granite est formé d'un assemblage de masses irrégulières cristallines, plus ou moins puissantes, de quarz hyalin blanc, gris ou brun, sublamellaire, ou compacte de feldspath blanc, rose ou rougeâtre, laminaire et quelquefois en cristaux volumineux, enfin, de mica laminaire ou testacé, dont la couleur varie du blanc argentin au noir éclatant et au rouge foncé.

Sur quelques points, le feldspath est désagrégé et plus ou moins grenu; ailleurs, il est changé en kaolin; quelquefois il est remplacé par un feldspath à base de soude; d'autres fois enfin, une lépidolithe violette ou verdâtre tient la place du mica.

Cette variété de granite renferme beaucoup d'espèces minérales. On sait que l'émeraude y existe en masses assez volumineuses, reconnaissables par leur dureté, leur transparence et leur couleur légèrement verdâtre; il contient en outre de la chaux phosphatée grano-lamellaire gris verdâtre, du grenat rougeâtre dodécaèdre, du cuivre

Abondance des minéraux.

(1) Je dois en partie ces renseignemens à M. Manès, Ingénieur des mines, résidant à Limoges, qui a eu la bonté de me communiquer quelques notes, et de me servir de guide dans plusieurs courses que j'ai faites dans les environs de cette ville.



panaché, du fer arsenical, du wolfram, du fer phosphaté, et plusieurs espèces de manganèse phosphaté, qui ont été décrites par M. Alluaud de Limoges. C'est aussi dans ce chaînon que l'on trouve l'urane phosphaté; mais il est remarquable que, malgré l'abondance des minéraux, qui forment des parties accidentelles dans ce granite, on n'y trouve pas l'étain oxidé que nous allons indiquer dans un autre granite, qui constitue principalement la chaîne de Blon, également au Nord de la Vienne, mais séparée de celle de Chanteloube ; la première de ces deux chaînes est composée de granite à gros grains et de granite à grains moyens. Le granite à gros grains en occupe la partie centrale, il n'offre point d'indice de stratification ; quelquefois il contient de beaux cristaux de feldspath, qui lui donnent la structure porphyrique ; nulle part, d'ailleurs, il ne contient de substances étrangères.

Le granite à grains moyens occupe les deux versans de la chaîne; il est composé d'un mélange intime de feldspath blanc jaunâtre, laminaire et grenu, de quarz gris, amorphe et de peu de mica noir : très-altérable, son feldspath est souvent à l'état de kaolin ; ce granite est distinctement stratifié. A Vaulry, la direction de ses bancs est du N.-N.-O. au S.-S.-E., et la puissance de ceux-ci de $0^{m},40$. Ce granite passe au *greisen* par la

disparition du feldspath et l'augmentation du mica : cette dernière roche ne forme que des amas irréguliers ; elle contient presque toujours du wolfram lamellaire et quelquefois de l'étain oxidé amorphe.

Filons d'étain dans le granite.

Le granite à grains moyens est traversé par un grand nombre de filons stannifères ; les uns sont dirigés sous l'angle de 60° avec le méridien magnétique, les autres sous l'angle de 30° ; leur puissance varie de 0m,05 à 0m,35 ; la gangue qui les accompagne est d'argile lithomarge ou de quarz hyalin ; un seul était entièrement formé de chaux fluatée, violette, laminaire ; ils ont pour salbandes le *greisen* ou le granite, et sont toujours très-adhérens à la roche des parois. On a remarqué que ceux à salbandes de *greisen* étaient plus stannifères que les autres ; qu'il en était de même des filons les plus minces à l'égard des plus puissans ; que ces derniers étaient généralement formés d'un quarz compacte, stérile ou chargé de wolfram et de fer arsenical ; tandis que les moins épais étaient composés d'un quarz carié avec étain oxidé en plus ou moins grande quantité, et mélangé de wolfram, de fer arsenical, de fer arséniaté et de molybdène sulfuré.

Formation de gneiss.

§ 10. La formation schisteuse constitue toute la vallée de la Vienne ; elle occupe une grande partie de la chaîne méridionale et forme les extré-

mités du plateau de terrain ancien. Aux environs de Limoges, elle se compose de couches alternatives de granite et de gneiss, et offre quelques bancs subordonnés de pegmatite et d'amphibolites; le granite est à grains moyens ou à grains fins; le gneiss, également de deux sortes, passe au granite quand il est à grains moyens, ou au schiste quand il est très-micacé.

Filons d'*elvan* dans le gneiss.

Le gneiss de Limoges affecte une direction générale du N.-E. au S.-O. Il est traversé, non loin de cette ville, par des filons de porphyre entièrement semblable à celui désigné, en Cornouailles, sous le nom d'*elvan*. Leur direction, fort régulière, est du N.-N.-E. au S.-S.-O.; on les suit depuis la route du Pont-Rompu jusqu'à celle de Saint-Leonhard : ce porphyre, composé d'une pâte feldspathique rougeâtre ou blanchâtre, contient des cristaux de feldspath, des grains amorphes de quarz et des cristaux imparfaits d'amphibole vert sombre; il passe au porphyre argileux ou stéatiteux; il se décompose très-facilement.

Filons stannifères dans le gneiss.

Les filons stannifères ne s'observent, dans cette formation, qu'aux environs de Vaulry ; ils y affectent la même disposition et la même puissance que ceux qui traversent la roche de granite au même lieu, mais ils sont plus pauvres et encore moins nombreux que ceux-ci.

Sur les frontières du terrain ancien, la forma-

tion schisteuse offre beaucoup moins de roches granitoïdes et beaucoup plus de roches amphiboliques; on peut dire qu'alors elle ne se compose plus que de couches de gneiss à pâte plus ou moins fine et d'amphibolites schistoïdes. On y trouve, à Sussac près Eymoutiers, du calcaire, en amas parallèles; il y est intercalé dans un gneiss à couches presque verticales : ce calcaire, de couleur gris clair, est toujours plus ou moins laminaire, et renferme souvent du mica.

§ 11. La serpentine forme des couches subordonnées ou plutôt des amas dans un grand nombre de lieux : on la voit au Nord du département de la Haute-Vienne, près de la ville Aubrun; au centre, à la Rivière, à la Roche-l'Abeille et au Martoulet; enfin, au Sud, près la Coquille. Les dépôts de la Coquille et la ville Aubrun sont encaissés dans des roches de gneiss, qui offrent la même inclinaison au toit et au mur. Celui du Martoulet s'appuie sur un terrain de gneiss et de petit granite; il est recouvert par de l'amphibolite et du gneiss, qui sont en couches parallèles à la Roche du Mur. Amas de serpentine.

On connaît également de la serpentine dans les départemens de la Corrèze, de l'Aveyron, de la Lozère, etc., savoir : aux environs d'Argental, le gneiss, qui est talqueux, en renferme; à $\frac{1}{2}$ lieue de Cahus, sur la Cer, où il existe une couche de 18

mètres de puissance, qui est exploitée comme marbre. Aux environs de Najac, dans le département de l'Aveyron, on observe une formation de serpentine et de calcaire qui occupe presque tout l'espace compris entre Najac et Notre-Dame-de-Laval; elle est rarement pure; tous les échantillons sont mélangés de mica et de quarz bleuâtre : cette serpentine, associée avec la pierre ollaire, est encaissée dans le gneiss.

Parmi ces dépôts, un assez grand nombre paraissent être sur une même ligne, et M. Cordier (*Annales des Mines*, tome II) croit devoir les rapporter tous à une même couche, puissante, régnant au pied du revers oriental des montagnes primitives de l'intérieur de la France. Nous n'adoptons pas entièrement cette opinion, ayant vu des amas de serpentine, ceux de la Coquille et de la ville Aubrun par exemple, qui nous paraissent ne pas être dans la même ligne que les autres, et qui, de plus, sont circonscrits dans tous les sens; il est donc plus naturel de les regarder comme des amas, parallèles aux couches de la formation de gneiss, et probablement contemporains au terrain.

Je fais remarquer cette circonstance: plusieurs géologues présument que les serpentines sont dues aux mêmes causes que les porphyres du grès rouge. Il me paraît en effet probable qu'il

existe des serpentines produites dans des circonstances analogues à ces porphyres; mais il me paraît indispensable aussi d'admettre qu'il en existe dans les terrains anciens, sur l'origine desquels on n'est pas à la vérité entièrement d'accord.

Amas de kaolin.

Les pegmatiques et les kaolins de Saint-Yriex forment des veines et de petits filons dans les roches de gneiss et d'amphibolites. Les veines, généralement peu puissantes, ont peu d'étendue en largeur, mais elles sont très-nombreuses: quelquefois, après avoir suivi la roche, elles la coupent tout-à-coup et prennent l'apparence de filons; d'autres fois, elles augmentent considérablement de puissance et forment de grands amas. Les petits filons, très-abondans, sont toujours adhérens à la roche. Les kaolins sont cailouteux ou argileux; ils passent à la pegmatite d'une manière insensible, ce qui prouve qu'ils sont le produit de leur décomposition. Les beaux kaolins se trouvent dans les lieux où les roches sont les plus décomposées et où les filtrations sont les plus abondantes.

Calcaire dans le gneiss.

§ 12. Le calcaire saccharoïde forme aussi des couches subordonnées dans le gneiss : nous en avons vu dans plusieurs endroits, notamment à Chavignac près Mauriac (Cantal), où il est exploité. Le calcaire y est saccharoïde blanc, passant au bleuâtre, comme la variété connue sous

le nom de bleu turquin. Ces couches calcaires se prolongent suivant le cours de la Dordogne ; on les retrouve à Archers, Roche-lès-Peyroux, etc. A Sussac, près Eymoutiers (Creuse), lieu que nous venons de citer ; à Fontblanche, près Lodève (Hérault) ; dans les montagnes de Saint-Pons, qui font partie de la montagne Noire, on observe le même phénomène.

§ 13. Il existe en outre, dans ce dernier groupe, des couches de quarz compacte, bleuâtre. Ce quarz devient souvent schisteux par un mélange de mica, et passe ainsi au gneiss. Près de la Braquerone, entre Milhau et Rodez, on voit une petite couche de quarz hyalin composée de très-petits cristaux, ce qui lui donne la structure granulaire ; enfin, près de Saint-Cyprien (Aveyron), il existe des masses immenses, peut-être des couches de quarz blanc laiteux, fétide, intercalées dans le terrain ancien, et contenant des amas contemporains d'hématites brunes analogues à celles de l'Ariége.

Fer oxidulé dans le gneiss.

§ 14. J'ajouterai à ce court aperçu sur ces terrains anciens quelques mots sur la présence du fer oxidulé, qui s'y trouve disséminé dans un assez grand nombre de points. Il existe dans un schiste talqueux, entre Aurillac et Mont-Jalvi, dans du gneiss, au Bar, à quelques lieues de Crameaux ; mais il est sur-tout disséminé en grande

abondance, près de Villefranche, à la montagne de Combenegre, sur la rive gauche de l'Aveyron.

Le terrain qui compose cette montagne est un gneiss assez micacé, passant fréquemment au granite, et contenant des amas de porphyre. On peut même dire que le granite et le porphyre y sont intimement liés ensemble; car on voit de petits filons de cette dernière roche traverser le granite dans tous les sens et se fondre avec lui.

Le fer oxidulé se présente dans le gneiss de Combenegre de deux manières différentes : il y forme quelques amas lenticulaires qui ont jusqu'à 30 mètres de diamètre; mais le plus ordinairement, le fer oxidulé est partie intégrante du gneiss; il y remplace le mica, précisément de la même manière que le fer oligiste remplace quelquefois cette substance dans le schiste micacé, et notamment à Villarica, au Brésil. Cette disposition du fer oxidulé donne à la roche la structure rubanée, de sorte que de loin le minérai de fer se détache en bandes noires, comme le ferait le mica. Le fer oxidulé n'est pas disséminé dans tout le terrain de gneiss; il existe dans une couche subordonnée, dont la puissance est à peu près de dix-huit pieds. Elle a été reconnue sur une assez grande étendue par des tranchées qui ont été ouvertes dans le but d'exploiter ce minérai, très-

riche, mais difficile à traiter à cause de son mélange intime de quarz.

Les échantillons de ce gneiss présentent souvent le magnétisme polaire.

§ 15. Les filons métallifères sont abondans dans ce terrain. On y trouve de la galène, près d'Issengeaux et de Pont-Gibaut. A Vezir, dans le département de l'Aveyron, on a exploité pendant quelque temps de la galène et du plomb phosphaté; à Serro, dans la commune de la Bastide, même département, il existe des filons peu riches de galène et de plomb phosphaté. Les mines de Villefort sont exploitéesdans ce terrain.

A l'Est du Vigan, on trouve des fragmens de quarz imprégnés de cuivre carbonaté, provenant sans doute de quelques affleuremens de filons.

L'hématite y existe également en amas à Kaimar, près Saint-Cyprien; en filons à Ambialet et Villefranche, près Alby. L'antimoine y est exploité à Malbosc, dans la Lozère.

Du terrain de transition.

§ 16. Le terrain ancien que nous venons d'indiquer est presque toujours recouvert immédiatement par des terrains secondaires. Cependant nous avons déjà décrit, § 6 et 7, des terrains de transition sur les versans du groupe de Tarare. Il en existe encore vers l'extrémité Sud de ce

plateau, laquelle forme, comme nous l'avons dit, une espèce de péninsule. On observe sur les deux revers de cet avancement du terrain ancien une bande très-étroite et peu continue de terrain de transition; sur celui Nord, il existe principalement aux environs de Belmont, du pont de Camarès et de Saint-Maurice (Aveyron); sur le revers Sud, il est plus considérable et plus continu; près de Caunes (Aude), il forme une bande de plusieurs lieues, et se retrouve encore entre Orlagues, Bédarieux et Lodève. Il est même assez probable que le terrain de transition est plus continu que nous ne l'indiquons, les flancs de cette partie de la chaîne primitive étant recouverts presque par-tout d'un schiste argileux analogue à celui qui, à Caunes, alterne avec des calcaires de transition.

Terrains de transition de Belmont, etc.

§ 17. Le premier groupe de terrain de transition que nous venons d'indiquer se montre à l'Ouest, du côté de Belmont. En ce point, la chaîne de montagnes présente la coupe suivante: le noyau qui forme le centre et qui s'étend de Saint-Pons à la Caune est de granite passant au gneiss. Un schiste talqueux, verdâtre, alternant avec des couches de calcaire compacte et de calcaire saccharoïde blanc grisâtre, repose sur les deux flancs de ce noyau primitif. Sur le revers du côté du département de l'Aveyron, on ob-

serve une grauwacke composée de noyaux de schiste talqueux, de schiste argileux, de quarz et de calcaire, réunis soit par un ciment de schiste, soit par un ciment siliceux. Cette roche arénacée passe insensiblement à un grès à grains fins dont la pâte est silicéo-ferrugineuse : il présente alors tous les caractères du vieux grès rouge du Breconshire ; il contient très-fréquemment, comme lui, de petits filons de quarz. Ces filons ne courent pas dans tous les sens comme ceux qui existent dans les calcaires, et ils ne se prolongent pas dans les couches marneuses qui alternent avec le grès. Ce terrain se continue jusqu'au-delà du pont de Camarès, petite ville située dans une anse de terrain ancien. A une lieue et demie de cette ville, on rencontre, en gravissant la montagne à laquelle elle est adossée, une couche de schiste tellement bitumineux, qu'il est employé comme combustible par les habitans du pays. Ce schiste est un anthracite imparfait. Un peu plus à l'Est, en marchant vers Saint-Maurice, on observe un schiste analogue, alternant avec du calcaire de transition. A une lieue de cette ville, il existe un poudingue renfermant du talc entrelacé. La pâte de ce poudingue est un calcaire jaune; les noyaux sont de calcaire saccharoïde: il présente des veines de quarz-agate. Enfin, si l'on traverse de Saint-Maurice à Lodève, on ren-

contre des couches d'un schiste brun rougeâtre, pailleté à la manière des grauwackes, passant à un schiste bleuâtre analogue à de l'ardoise. M. Combes annonce avoir vu dans ce schiste trois feuilles analogues à celles des fougères. La présence de ces corps organisés, qui prouve d'une manière certaine la postériorité de ce schiste, le rattache en même temps avec l'anthracite imparfait du pont de Camarès.

§ 18. La bande méridionale du terrain de transition est plus continue que la précédente, sur-tout dans la partie qui s'appuie sur la montagne Noire : elle est composée de schiste argileux et de schiste talqueux, alternant avec du calcaire gris et gris rougeâtre. Souvent le calcaire et le schiste sont entrelacés comme dans le marbre Campan. Le calcaire est toujours compacte, à cassure esquilleuse : il contient des entroques et des caryophiles, qui, remplacées ordinairement par du calcaire lamelleux, donnent un aspect assez agréable au marbre. Terrain de transition de la montagne Noire.

Le calcaire n'est pas à beaucoup près la roche dominante de ce terrain de transition; celles qui forment la masse sont des schistes argileux et argilo-talqueux, renfermant presque constamment, à la vérité, des nodules ou des amas de calcaire. Ces schistes de transition sont analogues à ceux qui forment une bande continue

depuis l'extrémité de la montagne Noire jusqu'au-delà de Lodève ; ce qui me fait penser que ces derniers doivent être aussi regardés comme de transition, quoique je n'aie trouvé de fossiles que dans la partie qui avoisine Caunes (Aude), lieu où il existe une scierie de marbre et un atelier de polissage. Ce marbre est également exploité au Bourget, situé à l'Est de Caunes. Les produits de ces carrières, employés généralement dans le pays, sont en outre transportés à Paris.

Ce terrain de transition me paraît être un des plus anciens ; il est assez analogue à celui de Plymouth, qui appartient à l'étage inférieur des terrains de transition anglais.

Au pont de la Mouline, près Lodève, le terrain de transition se montre de nouveau. Le schiste alterne avec un calcaire jaunâtre cristallin, tapissé dans quelques cavités de petits cristaux de dolomie. Le calcaire est lui-même magnésien ; il est associé à un schiste calcaire dont les feuillets sont talqueux. Ce calcaire est recouvert par un schiste bitumineux, à feuillets contournés, très-analogue à celui que nous avons indiqué aux environs du pont de Camarès et de Saint-Maurice.

Gypse sur le granite. § 19. On trouve quelquefois des dépôts de gypse placés immédiatement sur le granite. Ces dépôts ne sont pas recouverts, de sorte qu'il est

très-difficile d'assigner leur âge ; cependant, d'après leur position et sur-tout d'après leur analogie avec des gypses associés aux couches inférieures du terrain jurassique, il est très-probable qu'ils doivent être rapportés à cette formation. J'ai cru néanmoins devoir les indiquer à la suite des terrains anciens. On en voit aux environs de la Salle, dans le département du Gard, et près de Varen, dans l'Aveyron.

TERRAINS SECONDAIRES.

§ 20. Les terrains secondaires forment une ceinture continue autour du plateau primitif dont nous venons d'indiquer la composition; sur la pente Nord, on observe presque tous leurs étages; mais sur la pente méridionale, la seule que nous nous proposons de décrire quant à présent, ils sont peu variés, quoique cependant ils occupent une grande étendue. Ils sont recouverts par un dépôt tertiaire, qui forme une bande continue depuis Avignon jusqu'à Bordeaux, bande sous laquelle viennent également se perdre les terrains secondaires qui constituent les contre-forts des Pyrénées.

Ces terrains sont :

1°. Le grès houiller ;

2°. Le grès bigarré ;

3°. Le calcaire à gryphites ou lias, mais principalement la partie supérieure que nous avons désignée sous le nom de calcaire à bélemnites;

4°. La partie inférieure des formations oolithiques;

5°. Quelques lambeaux de la formation du grès vert et de la craie;

6°. Enfin, un terrain tertiaire, composé principalement d'un terrain d'eau douce associé avec la molasse, et d'un calcaire marin, qui paraît, aux environs de Bordeaux, devoir être assimilé au calcaire grossier. Il existe en outre une formation d'eau douce plus moderne, qui recouvre quelquefois des surfaces considérables; cette dernière formation est sur-tout abondante dans les vallées de l'Allier et de la Loire, qui occupent le centre du terrain primitif.

Terrain houiller.

§ 21. Le *terrain houiller* forme un assez grand nombre de dépôts sur le pied de cette chaîne.

Les principaux, en commençant par l'Est, sont ceux d'Autun, de Rive-de-Gier et de Saint-Étienne, de Prades près d'Aubenas, de Joyeuse, des Vans, d'Alais, du Vigan, de Bédarieux, de Crameaux près d'Alby, des environs de Brives, à Nanteuille-Lardin et Chabrignac; ceux du département de l'Allier, qui comprennent les mines de Fins et de Commentry; enfin, celui de Decize dans la Nièvre.

Le terrain houiller constitue en outre une assez

grande quantité de petits bassins disposés très-irrégulièrement au milieu de ce plateau central, et déposés comme dans des cavités de ce terrain. Les principaux sont ceux des environs de Charlieu près de Roanne, des environs de Clermont à Bourglastic, etc.; de Brassac près Brioude, de Mauriac, Brugeac, Champagnac, etc., dans le Cantal; d'Argental, la Plau, Meimac, Saint-Julien, etc., dans la Corrèze; de l'Aveyron à Aubin et Rodez; de la Creuse à Ahun-Bourganeuf, etc.

Parmi ces dépôts houillers il en est qui ne sont que très-peu importans, et dans lesquels il n'existe pas encore d'exploitation profitable. Dans la plupart de ces localités, le terrain houiller présente les caractères ordinaires à cette formation: mais il en est quelques autres qui offrent des particularités que je crois utile de faire connaître.

Terrain houiller de l'Aveyron.

§ 22. Dans le département de l'Aveyron, il existe deux bassins houillers, séparés par un massif de terrain ancien : l'un, situé près du Lot, entoure de tous côtés la ville d'Aubin, qui lui a donné son nom; l'autre forme une bande étroite dans le bassin de l'Aveyron, depuis les environs de Rodez jusqu'à Saint-Geniez.

Le terrain houiller des environs d'Aubin, à peu près elliptique, a plus d'un myriamètre carré de surface; il s'étend le long des rives du Lot sur une longueur de deux ou trois lieues; on ne

le trouve pas constamment; mais, de distance en distance, il sort de dessous les roches calcaires, qui forment un défilé très-élevé, au milieu duquel le Lot coule depuis les environs de la Magdelène jusqu'au-delà de Cahors. Les principales exploitations sont sur la rive gauche du Lot; il en existe aussi, sur la rive droite, à La Tapie et à Lhermite.

Bassin du Lot.

Dans ce bassin, le grès est plus abondant que les roches schisteuses; il est composé de fragmens de granite de grosseur variable; quelquefois, comme dans la descente de Montbazen à Aubin, ces fragmens ont plusieurs pieds de diamètre. Le ciment étant alors peu visible, on pourrait confondre ce grès avec le granite, si quelques traces de mauvaise houille ne décelaient la nature du terrain sur lequel on marche. Le grès alterne avec des couches rares de schiste argileux, dans lequel on a remarqué très-peu d'impressions végétales; il existe de la houille dans presque toute l'étendue du bassin; elle se montre au jour dans de nombreux affleuremens. La disposition du terrain, très-sinueux et entrecoupé par des vallées profondes, ne permet pas de reconnaître la direction générale des couches, qui m'ont paru ne présenter ni constance ni continuité, et varier d'une montagne à l'autre.

Le nombre des couches de houille n'offre pas

davantage de régularité; il est différent dans chacun des monticules qui composent le bassin. Leur puissance est ordinairement considérable.

Celle exploitée dans la concession de Firmy se dirige du Nord-Ouest au Sud-Est. Cette couche, peu inclinée, plonge de 18 degrés vers le Nord-Est; on la voit affleurer dans un grand nombre de points de la vallée. Dans le lieu où est assise l'exploitation, elle vient à la surface; on ne connaît pas la puissance de cette couche, qui n'a jamais été traversée entièrement; mais on peut en prendre une idée par l'observation des galeries, qui ont été dirigées suivant deux systèmes: l'un, suivant la direction de la couche, l'autre, suivant son inclinaison. Dans les premières, on voit le toit sur une assez grande longueur, de manière à juger de la régularité de la direction; celles, suivant l'inclinaison, ont 150 mètres de longueur; leur pente est d'environ 5 degrés, et d'aucun côté on n'a rencontré le toit. En supposant que la pente de la couche soit régulière, on voit qu'on la connaîtrait sur une puissance d'au moins 13 mètres; un puits vertical, de 4 mètres, est entièrement dans le charbon. On trouve dans la couche de houille des veines peu régulières et peu continues d'argile schisteuse.

La couche de la Salle paraît encore plus puissante. Sa direction est également du N.-O. au Sud-

Est ; elle incline, vers le Nord-Est, de 25 à 30 degrés. La disposition des galeries n'est pas aussi favorable qu'à Firmy pour juger de l'épaisseur de la couche de houille ; mais un puits vertical, de 24 mèt., est entièrement dans la houille et ne l'a pas traversée. M. Cordier, dans un *Mémoire* sur *les mines d'alun du département de l'Aveyron*, inséré dans le 26ᵉ. volume du *Journal des Mines*, annonce qu'elle a 103 mètres de puissance.

Cette puissance immense de la couche de houille de la Salle a fait supposer à quelques géologues que le combustible formait dans cette localité des amas et non des couches. Cette question est assez difficile à résoudre ; car, d'un autre côté, l'idée d'un dépôt en couches est indiquée par plusieurs caractères, et notamment par la grande étendue en longueur. Nous venons de parler de celle du gîte de Firmy ; celle du gîte de la Salle est encore plus considérable. On y voit la houille affleurer, tant à l'Ouest du château de la Salle, qu'à Bouran et à Fontaine, qui sont à un quart de lieue à l'Est. De plus, cette couche de houille de la Salle est séparée par des veinules d'argile schisteuse plus ou moins épaisses ; et les rognons de fer carbonaté, qui y sont abondans, paraissent constituer une couche, dont la direction est parallèle aux veinules de schiste.

Cette partie du bassin houiller, si intéressante

pour l'industrie par l'abondance de la houille, par sa qualité et sur-tout par la réunion de minérais de fer très-différens, qui semblent s'y être donné rendez-vous, l'est moins pour le géologue que les bords du Lot et du Cellé, où le grès houiller se montre seul.

A la Magdelène, sur les bords du Lot, le grès houiller sort de dessous le calcaire, qui forme toutes les hauteurs et descend même jusque sur le rivage. Il recouvre le terrain ancien, représenté ici par un schiste très-quarzeux; ce grès houiller offre tous les caractères de l'*arkose,* si l'on donne ce nom à une roche arénacée qui participe de la formation chimique et cristalline des roches anciennes; cet arkose serait la variété commune de M. Bronguiart. Il est composé de galets de quarz, de feldspath et de mica. Le feldspath est souvent blanc, un peu terreux; les galets de quarz ont un aspect tout particulier. Leur surface est miroitante et comme moirée : on voit évidemment qu'elle a été altérée par une action chimique quelconque, peut-être celle du ciment, qui est siliceux. Les galets de quarz, qui composent le *millstone-grit* des Anglais, présentent souvent cet aspect particulier : ce caractère, qui n'a pas encore été indiqué, me paraît un des plus propres à distinguer les grès qui ont été formés dans ces circonstances. Le grès renferme en outre

Grès houiller passant à l'arkose.

Baryte et galène dans le grès houiller.

de la baryte sulfatée en petits faisceaux cristallisés, qui, en raison de leur disposition entrelacée, paraissent contemporains à la masse de grès. On y voit, mais très-rarement, de la chaux fluatée, du calcaire spathique et quelques grenailles de galène. Les pyrites sont assez abondamment disséminées dans la masse; souvent, par leur décomposition, elles produisent de petits points jaunes, qui donnent au grès un aspect maculé.

Grès à meules.

Ce grès renferme des couches qui sont exploitées pour meules. Il est en couches inclinées de 20 degrés environ vers le Nord-Ouest, de façon qu'il se relève vers Aubin, où il se montre à la surface.

Porphyre dans le terrain houiller.

§ 23. Le grès houiller de ce pays contient des porphyres analogues à ceux du grès rouge de la Sarre et des environs d'Édimbourg.

Ces porphyres sont de deux espèces : les uns, rouges, sont feldspathiques; les autres, d'un vert foncé, sont pyroxéniques. Le premier de ces porphyres est le plus abondant près de Figeac; il est souvent terreux et analogue au *thon-porphyr* des Allemands. Il renferme des cristaux de feldspath, tantôt lamelleux, tantôt vitreux; il contient en outre du mica, des cristaux de pyroxène et quelques parties d'un jaune verdâtre analogue à du péridot. Le quarz, si abondant dans les porphyres du grès rouge de l'Esterel,

n'existe pas dans celui de Figeac; du moins il doit être très-rare, car je n'en ai pas observé. Le porphyre est souvent altéré; il perd alors sa couleur rouge et devient grisâtre ou jaunâtre; souvent il est entièrement terreux et analogue à une argile. Nous avons eu déjà occasion de signaler une décomposition entièrement analogue dans un porphyre qui traverse les terrains anciens du Cornouailles, et qui est désigné sous le nom d'*elvan*. Cette altération, sensible à la surface, se communique par degrés jusqu'à l'intérieur. Il paraîtrait, à en juger par ce que la disposition du terrain permet d'observer, que le porphyre le plus voisin des terrains anciens est le plus altéré; ce porphyre altéré est très-fendillé.

Les cristaux devenant quelquefois très-rares, ces porphyres passent à des roches verdâtres à cassure conchoïde analogue au pétrosilex. Ces roches verdâtres renferment des rognons, des veines et de petits filons de quarz-agate et de quarz-jaspe, circonstance qui leur donne une grande ressemblance avec les porphyres du grès rouge. Elles présentent quelquefois des amandes calcaires et passent à des amygdaloïdes.

Ce porphyre a quelque ressemblance avec la diabase; mais il est plus âpre au toucher, et présente plus d'analogie encore avec les roches qui

Pour faire connaître ces dispositions, je vais indiquer plusieurs coupes dans lesquelles j'ai observé la relation du porphyre et du grès.

§ 24. Près de Figeac, on voit, sur la rive droite du Cellé, une masse de porphyre, qui paraît intercalée dans le grès. Elle se dessine sur une coupe verticale, qui forme comme un mur de terrasse dans un des jardins dépendans de la ville; le porphyre présente une espèce d'avancement dans le grès, comme on le voit dans la *fig.* 1, Pl. V. Le porphyre est disposé dans le sens de la stratification, de façon que, vu sur une petite étendue, il paraît former une couche régulière au milieu du terrain houiller; mais, en le suivant sur toute sa longueur, on voit qu'il présente des parties saillantes, qui s'avancent dans le grès, lesquelles sont disposées de la même manière qu'elles devraient l'être si le porphyre avait détruit le grès sans lui faire éprouver de dérangement. En effet, les couches de grès que l'on a observées d'un côté de ces avancemens de porphyres se retrouvent de l'autre à la même hauteur, circonstance qui est très-prononcée par les bandes de galets de différentes grosseurs que l'on voit dans le grès. D'après cette disposition, on pourrait, il est vrai, supposer que le porphyre est d'une formation plus ancienne que le grès, et que cette dernière roche s'est déposée dans les parties creuses que présentait le porphyre, de la même manière que

Porphyre intercalé. Vallée du Cellé.

l'argile plastique a rempli les vastes dépressions qui sillonnent la surface de la craie; mais, dans cette supposition, il est assez difficile de concevoir cette parfaite correspondance des lignes de galets qui annonce une continuité de couches; nous verrons, en outre, dans les exemples suivans, le porphyre et le grès houiller associés ensemble, ce qui doit faire regarder comme très-probable que le porphyre est, dans ce cas, enclavé dans le terrain.

Le porphyre est recouvert par des couches nombreuses de grès, dont la nature est assez analogue au grès houiller, mais qui ressemble aussi beaucoup à certaines couches du grès bigarré. Il est composé presque entièrement de galets siliceux et de petites parties blanches feldspathiques.

Le grès ne paraît avoir subi aucune altération, seulement la surface des galets est corrodée, ainsi que je l'ai annoncé. Le porphyre est tabulaire au point de contact; il est blanchâtre, un peu terreux, renferme des cristaux de pyroxène et de mica; il a de l'analogie avec les porphyres trachitiques, et présente la même apparence qu'une roche qui forme à l'île d'Arran un filon dans le terrain du vieux grès rouge. En s'éloignant du grès, le porphyre devient plus compacte : c'est alors un porphyre rouge contenant des cristaux de feldspath et de pyroxène, semblables à ceux d'Oberstein et d'Édimbourg.

Sur la rive gauche du Cellé, on retrouve également des masses de porphyre, saillantes au milieu des prairies qui bordent cette rivière, et contribuent à donner un aspect très-pittoresque à la ville de Figeac. Ces masses sont quelquefois de porphyre rouge, comme sur la rive droite; mais le plus ordinairement elles sont composées d'un porphyre vert que j'ai indiqué ci-dessus. La disposition de ces masses au milieu du terrain de grès n'est pas visible; seulement les roches qui couronnent les prairies, et celles qui ressortent dans la rivière font voir qu'elles sont enclavées dans le terrain houiller.

§ 25. Près du village de Planiolles, on observe deux alternatives prononcées de grès et de porphyre, comme nous allons l'indiquer. Lorsque, pour y arriver, on remonte dans la petite vallée de Carme, au Nord-Ouest de Figeac, on voit constamment le grès à gros grains former tous les monticules environnans et le porphyre se trouver dans le lit du ruisseau. Cette dernière roche se présente sous différens états : en général, c'est un porphyre d'un rouge brunâtre, mais quelquefois c'est une pâte terreuse, blanche, formant un sol d'une excellente qualité; sans les passages continuels entre cette roche et le porphyre, on ne pourrait pas penser qu'elle lui appartient. Quelquefois, au contraire, le porphyre est noir, extrêmement solide, et ressemble,

Environs de Planiolles.

dans ce cas, à un basalte. Il contient alors des parties jaunâtres et des veinules de quarz-agate; on y trouve aussi des masses dures, luisantes, se fendillant très-facilement, et fort analogues à du quarz lydien. Elles forment des espèces de couches au milieu de la roche noire; celle-ci passe quelquefois à une roche verdâtre, à cassure conchoïde, unie. Souvent aussi, et principalement en approchant de Planiolles, le porphyre est associé avec une roche terreuse, verdâtre, que l'on est tenté de comparer à la wacke des Allemands. Cette roche se fendille et semble s'effleurir à l'air comme les marnes : c'est principalement dans cette partie terreuse que l'on trouve des boules de quarz-agate, très-rares cependant dans cette contrée.

Au fond de la vallée, et un peu avant d'arriver au village de Planiolles, on trouve un grès houiller schisteux très-micacé, contenant de nombreuses impressions de calamites et quelques-unes de fougères; il forme des couches minces, qui sont fortement inclinées vers le Sud-Ouest. A quelques pas de là, en suivant le chemin qui monte, on voit, à sa partie inférieure, une masse de porphyre noir B, analogue à celui que nous venons d'indiquer; un coude, que présente le terrain, ne permet pas d'observer le contact immédiat de cette roche noire et du grès houiller; mais la forte inclinaison des couches

Porphyre alternant avec le grès.

de grès vers cette masse noire et le peu d'intervalle qui sépare les deux roches ne laissent aucun doute que le porphyre ne repose sur le grès houiller. En continuant à monter le chemin, et sur le même escarpement, on voit, comme l'indique la *fig.* 4, Pl. V, du schiste houiller former des couches réitérées au dessus de la masse noire; ce schiste alterne M,M, avec deux couches d'un grès très-endurci, que j'ai pris, au premier coup-d'œil pour du porphyre, mais dans lequel on distingue parfaitement à la loupe les grains quarzeux qui entrent dans sa composition. Une circonstance assez remarquable, c'est que les couches schisteuses qui recouvrent le porphyre noir ne plongent plus dans le même sens que celles qui lui paraissent inférieures. Elles sont disposées de manière à laisser entre elles un espace en forme de coin, qui est occupé par la masse de porphyre. L'ensemble des couches de schiste et des deux couches de grès qui alternent avec elles, peut avoir de soixante à quatre-vingts pieds de puissance; quant à la masse noire, elle en a douze ou quinze.

Au-dessus des couches schisteuses, le porphyre se montre de nouveau; il forme une masse considérable présentant un escarpement d'une trentaine de pieds d'élévation, dans lequel on observe la tendance à la forme prismatique : la nature de cette seconde masse de porphyre est différente de celle de la première. Il est brun rougeâtre,

et contient de nombreux cristaux de feldspath et de mica. Le chemin montant doucement, on observe le porphyre sur une assez grande longueur; et quoiqu'on n'y remarque pas de stratification, cependant il paraît assez régulièrement disposé. Il présente une particularité fort remarquable, et qui peut éclairer sur son origine, c'est qu'il renferme plusieurs masses irrégulières de schiste noir semblable à celui sur lequel il repose, et qui y sont disposées comme des fragmens devraient l'être : l'une d'elles offre des ramifications comme l'indique la *fig.* 3, Pl. V.

Le porphyre est recouvert par un grès à gros galets de quarz, dont la pâte est légèrement rougeâtre; ce grès forme des couches horizontales nombreuses et très-régulières; il est semblable, par ses caractères extérieurs, avec le grès qui constitue les escarpemens que l'on voit près de Figeac et sur les rives du Lot. La disposition en couches horizontales que présente ce grès supérieur, tandis que celui qui est plus bas est en couches fort inclinées, tendrait à faire croire que ces deux grès n'appartiennent pas à la même formation, et que le supérieur doit être associé au grès bigarré. J'ai déjà annoncé que ses caractères extérieurs pouvaient également se rapporter à cette dernière formation.

Ce grès est recouvert par un calcaire com-

pacte, terreux, dolomitique, qui renferme, à Combecave, des amas et des veinules de galène et de calamine; enfin, le plateau de Planiolles, comme presque toutes les sommités qui bordent la vallée du Cellé, est couronné par un calcaire coquiller lamellaire, jaunâtre et rougeâtre, appartenant à l'étage inférieur du calcaire oolithique.

§ 26. A *la Capelle*, située au Nord-Ouest de Figeac, il existe une butte composée d'une roche noire, regardée, par quelques personnes, comme analogue au basalte, si abondant dans le Cantal; mais il se rattache aux porphyres associés au terrain houiller. Coupe de porphyre de grès houiller à la Capelle.

Les environs de ce bourg sont composés d'un granite passant au gneiss, sur lequel est appliqué immédiatement un porphyre argileux jaune rougeâtre. Ce porphyre, assez schisteux, contient des cristaux de feldspath décomposés, passés à l'état terreux. En s'avançant vers l'Ouest, une roche grise contenant de petits cristaux de feldspath, et quelques lamelles de mica, succèdent au porphyre. La cassure de cette roche est conchoïde; on la voit sur une très-petite surface; elle est recouverte par une roche d'un gris verdâtre, très-schisteuse, fendillée dans tous les sens. En s'approchant du bourg de la Capelle, cette roche est remplacée par une roche verte, quelquefois terreuse, quoique cependant solide; elle devient compacte, et contient des noyaux

d'agate, quelques cristaux de pyroxène et des parties d'un jaune verdâtre ayant quelque analogie avec le péridot.

En continuant à marcher vers l'Est, on rencontre une roche noire, à laquelle passe, d'une manière très-sensible, la roche verte qui paraît se trouver au-dessous. Cette roche noire est un peu schisteuse; elle renferme un assez grand nombre de cavités remplies de chaux carbonatée laminaire et quelques lamelles vertes analogues à du pyroxène. C'est sur cette roche que s'appuie le grès houiller; celui-ci est associé à du schiste, dans lequel il existe une couche peu puissante de houille de mauvaise qualité.

Porphyre dans le grès à Flagnac.

§ 27. Sur les bords du Lot, le porphyre se montre près de Livignac et de Flagnac; entre ce dernier bourg et Saint-Michel-d'Aubin, on voit, sur la route nouvellement ouverte pour le service des usines que l'on construit à Firmy, une coupe intéressante, en ce qu'elle montre le porphyre formant une couche régulière et intercalée dans le grès. Le schiste micacé, qui constitue les montagnes depuis les environs d'Aurillac, cesse à une petite distance au sud de Flagnac. Il est recouvert immédiatement par du porphyre rougeâtre, à base de feldspath compacte, contenant beaucoup de cristaux de feldspath. Ce porphyre se désagrège très-facilement et donne naissance à une espèce de sable. Il est associé avec une

roche d'un vert brunâtre, tantôt très-solide, tantôt assez tendre : dans ce dernier cas, elle se décompose en boules exactement comme le basalte, de manière que les escarpemens qu'il présente sont composés de masses arrondies. Dans quelques points, il paraît schisteux, et, dans ce cas, la direction des feuillets est la même que celle des couches de schiste micacé, qui plongent de 40 à 50 degrés vers le S.-E.

On trouve quelques rognons d'agate dans la roche verdâtre. Elle contient aussi très-souvent des parties serpentineuses, qui y forment des nodules et de petites veines verdâtres, dans lesquels on distingue très-bien les caractères de la serpentine; quelquefois aussi cette substance est tellement disséminée dans la roche, qu'elle lui communique de la ténacité, et je crois que c'est à son mélange qu'est dû le peu de dureté de la roche verte. Dans ce dernier cas, la serpentine prend la couleur brunâtre. La présence de la serpentine, répandue avec assez d'abondance dans les porphyres, me paraît remarquable, et permettrait de croire que peut-être les porphyres sont liés avec une masse considérable de serpentine, dont je parlerai plus loin.

Nodules de serpentine dans le porphyre.

La masse de porphyre dont nous venons de donner la description peut avoir 100 mètres de puissance; elle est recouverte par une couche de poudingue de 10 à 15 mètres de puissance, com-

posée de galets de quarz, de granite, et surtout de schiste micacé. La pâte est schisteuse, de façon qu'on pourrait croire que ce poudingue appartient à un terrain de transition; mais comme il n'existe pas de formation de cette nature dans cette contrée, et, de plus, que le terrain houiller se montre à deux cents pas au plus, il est assez naturel de penser que cette couche de poudingue en fait partie. A cette première couche en succède une seconde, mais qui est mélangée de grandes boules de porphyre, que l'on pourrait croire être de gros galets, si l'on ne remarquait pas qu'elles sont juxta-posées et comme contiguës, et qu'elles doivent leur forme à la décomposition. Ces boules de porphyre, quoique contiguës, forment cependant différentes ramifications au milieu de la couche de poudingue, et non pas une couche intercalée. La *fig.* 3, Pl. V, fait voir cette disposition, qui est conforme à l'idée d'une pénétration du porphyre dans le grès.

A une très-petite distance de ces derniers porphyres, le grès commence; il est rouge et très-schisteux. Il contient beaucoup de marnes, qui se décomposent dans tous les sens, et n'ont pas l'apparence d'appartenir au grès houiller; mais ils contiennent des veinules de houille et passent insensiblement au grès schisteux avec impressions.

§ 28. Les porphyres de Flagnac paraissent se

rattacher à une masse considérable de serpentine qui se trouve près de Firmy ; elle constitue, à elle seule, la montagne désignée dans le pays sous le nom de Puy-de-la-Volle, qui forme une espèce d'île à la séparation du terrain ancien, du grès houiller et du grès bigarré, et ne présente de liaison avec aucun d'eux ; cette montagne, de forme conique, entièrement isolée, s'élève au-dessus de toutes celles de grès qui l'environnent. Elle n'est pas stratifiée, quoique cependant on y observe beaucoup de divisions ; mais celles-ci paraissent être plutôt le résultat de fissures qui traversent la roche (souvent, à la vérité, dans des directions parallèles), que le résultat de la stratification. La serpentine y est, en général, d'un vert brunâtre très-foncé ; elle contient fréquemment de la diallage métalloïde, du fer oxidulé, du fer chrômé, des grenats et du calcaire. Dans quelques parties de la montagne, la réunion de la serpentine et du calcaire produit de fort beau marbre, qui a été exploité à plusieurs reprises.

Analogie entre les porphyres et la serpentine.

La serpentine se trouvant dans le groupe de terrain ancien du centre de la France, assez fréquemment enclavée dans le gneiss ou dans le granite, comme nous l'avons déjà indiqué § 11, on a regardé la montagne de Firmy comme appartenant également au même terrain. Lors du premier voyage que je fis dans ce pays, j'avais adopté entièrement cette opinion ; mais ayant eu occasion d'y

retourner depuis que j'ai étudié les *ophites* des Pyrénées, j'ai trouvé qu'elle avait une grande analogie avec les monticules d'ophite, sinon dans la roche qui la compose, du moins dans sa manière d'être, et je crois que l'on doit la regarder comme d'une origine semblable et d'une époque à-peu-près contemporaine. La serpentine que l'on trouve (à la vérité en très-petite quantité) dans les porphyres de Flagnac et de Livignac; le passage que présentent les porphyres à une roche verdâtre tendre; l'espèce de continuité entre les porphyres et cette montagne de serpentine; enfin la manière d'être de la serpentine, qui constitue ici une montagne entière, tandis que cette roche ne se trouve ordinairement qu'en amas ou en couches peu puissantes dans les terrains anciens, sont autant de circonstances qui semblent conduire à cette hypothèse. Ce fait n'est pas, au reste, aussi isolé qu'on pourrait le croire; j'ai encore observé aux environs de Thiviers, près de la mine de manganèse qu'on exploite dans ce pays, une masse considérable de serpentine, qui se trouve à la séparation du grès bigarré et du terrain ancien, et dont il est impossible d'observer la relation avec l'un ou l'autre de ces terrains. La variolite du Drac, qui contient aussi fréquemment de la serpentine et de la diallage, certaines euphotides, principalement celles des Apennins, décrites par M. Brongniart comme

associées avec des terrains secondaires, me paraissent des phénomènes du même ordre qui viennent à l'appui de l'hypothèse que je hasarde sur l'âge de la serpentine de Firmy; je suis loin de croire au reste que tous les dépôts de serpentine soient du même âge, et j'ai déjà exprimé ma manière de penser à cet égard dans la partie de ce Mémoire relative aux terrains anciens.

Résumé sur les porphyres.

§ 29. L'examen des différentes coupes dont je viens de donner la description me paraît prouver que les porphyres sont enclavés dans le terrain houiller, et qu'ils y existent de deux manières, lesquelles se réduiraient peut-être à une seule si on pouvait les observer sur une grande étendue; savoir, en couches régulières, comme à Flagnac et à Planiolles, couches dans lesquelles on n'observe pas, à la vérité, de stratification, et en couches intercalées, comme à Figeac et dans la première localité, où le porphyre affecte les deux dispositions. Il paraîtrait donc qu'ils forment un accident dans ce terrain, et qu'ils y ont été introduits postérieurement en détruisant une partie du grès qu'ils auraient remplacée. Ces porphyres, quoique postérieurs au terrain d'après cette supposition, doivent cependant avoir été produits à-peu-près dans une période géologique, qui s'étend du grès houiller au grès bigarré, car on ne les retrouve pas dans les formations su-

périeures, tandis qu'il en existe de nombreux exemples dans celle qui nous occupe.

Ces faits sont entièrement d'accord avec ceux que l'on observe à Édimbourg, et que je crois utile d'indiquer succinctement dans une note (1), quoiqu'ils soient connus de tous les géologues.

---

(1) La ville d'Édimbourg est couronnée par quatre collines isolées, qui se détachent sur l'horizon en forme de cônes : elles sont composées de grès et de roches porphyriques. Le grès appartient au terrain houiller, qui est exploité à une petite distance de cette ville. Le porphyre feldspathique est quelquefois pyroxénique ; il contient des cristaux très-abondans de feldspath ; on y voit aussi fréquemment des cristaux de pyroxène. Ce porphyre passe à des amygdaloïdes, dont les noyaux, en général calcaires, sont quelquefois d'agate, comme à Oberstein.

Dans la colline de Salisbury-Craigs, dont le pied s'étend jusque dans les faubourgs de la ville, le contact du grès et du trapp présente des dispositions singulières ; souvent, la surface du grès, fort irrégulière, est sillonnée d'élévations, qui sont enveloppées de porphyres ; d'autres fois, le grès pousse des ramifications dans le terrain supérieur. Enfin, dans quelques cas rares, à la vérité, nous avons vu des masses de grès enclavées entièrement dans le trapp, les unes, disposées dans le sens de la stratification, tandis que les autres étaient placées de manière à donner l'idée d'un fragment d'une couche de grès empâté dans le porphyre.

Si on s'éloigne de ces collines pour observer le même

§ 30. Le terrain houiller des environs de Rodez forme une bande très-alongée sur la rive

Terrain houiller des environs de Rodez.

---

terrain, qui forme les deux rives du Forth, on est étonné de la régularité de la stratification, régularité qui ferait naître une opinion bien différente sur l'origine du porphyre, si l'on n'avait pas, à une petite distance, des preuves presque irrécusables du bouleversement que son introduction a produit au milieu du terrain houiller : ainsi, sur la côte de New-Haven, nous avons vu une alternative régulière de quinze couches de grès et de porphyre. Les couches souvent n'excèdent pas 2 pieds, quelquefois elles atteignent une puissance beaucoup plus considérable.

En comparant ces phénomènes avec ceux de Figeac, on voit que, dans l'un et dans l'autre lieu, le porphyre est enclavé dans le terrain houiller, qu'il est de même nature, et qu'il se trouve, dans la même disposition, en couches et en masses intercalées. Il est impossible de ne pas admettre que, malgré leur régularité, les couches de porphyre ne soient de même origine que les masses. M. le docteur Macculloch, qui a fait un ouvrage très-intéressant sur l'Ecosse, suppose que ces porphyres ont été introduits postérieurement dans le terrain houiller. Une opinion semblable a été émise par M. le professeur Sedgwick, pour expliquer la formation des roches trappéennes qui existent dans les calcaires de transition du Cumberland et du Derbyshire, et qui y produisent également des anomalies.

Je serais entraîné trop loin si je voulais développer davantage ici les idées de ces deux savans géologues anglais. Je crains que le précis que je viens d'en donner ne soit trouvé trop incomplet, et en général que cette note ne soit

gauche de l'Aveyron. Il commence à une très-petite distance de la ville et se prolonge jusqu'à Saint-Geniez. Les principales mines exploitées dans ce bassin longitudinal sont celles de Sensac, de Gages, de Bertholène, de Leissac, Méjamel, Drouille près Saint-Geniez, etc. Dans toutes ces mines, le terrain houiller, dont l'épaisseur est peu considérable, repose immédiatement sur le terrain ancien, qui ressort de tous côtés. Il est recouvert presque toujours par un grès dont les couches inférieures sont analogues au grès rouge, et les couches supérieures se rapportent au grès bigarré, formations qu'il est au reste souvent impossible de distinguer quand le calcaire magnésifère n'existe pas.

A Sensac, il existe deux mines : la première, ouverte depuis long-temps, est exploitée par une galerie au niveau de la vallée; la seconde était seulement en recherche lorsque je la visitai.

Dans la première, la houille forme deux couches, dont l'épaisseur totale est de deux mètres ; elles sont séparées, par une couche très-mince, d'un schiste argileux luisant. La houille, de qualité inférieure, bonne seulement à la cuisson de

---

trop courte, et, par suite, difficile à comprendre pour ceux qui n'ont pas visité l'Écosse. Cependant, il m'a paru indispensable de signaler cette analogie du terrain porphyrique des environs de Figeac avec celui qui entoure la ville d'Édimbourg.

la chaux, colle très-mal; elle est enclavée dans un grès contenant très-peu d'impressions et jamais de fougères.

Dans la seconde mine, dont la profondeur est de 23 toises, on a d'abord traversé les couches de houille qui forment la base de l'exploitation précédente; on est ensuite arrivé à du grès houiller à grains très-fins, contenant de nombreuses impressions végétales, et entre autres des empreintes de fougères, à la vérité fort rares. Au milieu de ce grès, il existe des rognons de fer carbonaté. Le puits était arrivé, lors de ma visite, à un grès houiller très-schisteux passant au schiste houiller, et l'on avait grande espérance d'atteindre très-prochainement la couche de houille exploitée dans les mines de Bertholène, de Gages, etc., par des puits de 22 à 25 toises de profondeur.

Le grès houiller est en couches inclinées; il est recouvert immédiatement par un grès à couches horizontales, qui ressemble, du moins dans ses couches inférieures, au grès houiller, mais qui fait partie du grès bigarré, qui forme un plateau assez considérable aux environs de Rodez.

Ce bassin houiller ne présente aucune particularité remarquable; on n'y trouve point de porphyre associé, et pour ne pas sortir du cadre que je me suis tracé, je n'aurais pas dû en don-

ner la description; mais j'ai cru devoir l'indiquer succinctement, pour faire ressortir l'analogie des couches inférieures du grès bigarré avec le grès houiller, analogie qui me porte à croire que les couches de grès des environs de Figeac peuvent aussi appartenir à ce terrain.

Filon de porphyre à Brassac.

§ 31. Le terrain houiller de Brassac est traversé par un filon de roche d'un vert foncé, entièrement analogue aux roches qui forment des dykes considérables dans le terrain houiller d'Angleterre, et principalement dans le bassin de Newcastle. Elle est surtout très-analogue à la roche du dyke de Trockloy; sa cassure est esquilleuse, elle renferme des parties plus claires, lamelleuses, qui paraissent être du feldspath. Ce filon a été, je crois, déjà indiqué; mais comme le pays est couvert de dépôts basaltiques, on le regarde comme un filon de basalte. Ce rapprochement ne peut avoir lieu, et cette roche est du même âge et de même nature que certaines roches de Figeac et que celle désignée sous le nom de roche noire, aux environs de Fins, où on observe ce filon principalement dans la concession de M. le comte de Laizer : il coupe les couches perpendiculairement à leur direction. Je l'ai suivi sur une soixantaine de pieds de longueur; pendant cet espace, je n'ai pas vu le contact avec aucune couche de houille; mais, en marchant suivant sa direction, j'ai rencontré une couche

de houille sur laquelle on avait fait des recherches, et j'ai recueilli, dans les murs de séparation qui existent auprès, des fragmens nombreux de houille et de schistes houillers altérés. Cette houille, fort endurcie, se divise en petites parties colonnaires; elle ne contient plus que très-peu de bitume, et, sous ce rapport, elle se rapproche du coke. Elle est criblée d'une infinité de petits trous, ce qui lui donne un tissu poreux. Ces altérations sont exactement les mêmes que celles que nous avons observées sur la houille qui se trouve en contact avec les dykes du Northumberland.

§ 32. Nous rappellerons ici que l'on connaît depuis long-temps, dans le terrain houiller de Noyant (Allier), une couche porphyrique désignée, dans le pays, sous le nom de *roche noire*. D'après la description très-circonstanciée que M. Puvis en a donnée dans les *Annales des Mines* (tome III, page 43), on voit que cette roche, d'un vert foncé, contient des lamelles plus claires que la pâte, et qu'elle passe à des roches jaunâtres, terreuses, contenant une grande quantité de petits cristaux de feldspath. Cette roche forme deux couches, qui alternent avec le schiste et le grès houiller, et présente, dans cette localité, une régularité qui la ferait regarder comme contemporaine au terrain houiller. Si l'on compare ces porphyres avec ceux de Figeac,

Roche noire de Noyant.

on reconnaît, comme l'a annoncé M. Berthier (*Annales des Mines*, tome III, page 49), qu'il y a identité entre eux, et qu'ils sont dus aux mêmes causes. On reconnaîtra également, en comparant les roches dites noires de Noyant avec celles de Figeac et des environs de Brassac, qu'il y a aussi une analogie parfaite entre cette dernière et les deux autres; mais si, dans ces trois localités, les roches se présentent avec des caractères minéralogiques semblables, il n'en est pas de même pour leur position géologique, qui est pour ainsi dire contradictoire, les porphyres de Noyant étant en couche régulière, et paraissant contemporains au terrain houiller, tandis que celui de Brassac, au contraire, y forme un filon très-prononcé, qui coupe les couches et porte tous les caractères de postériorité. Enfin, ceux de Figeac réunissent, ainsi que je l'ai annoncé, ces deux manières d'être, et conduisent à penser que, malgré l'apparence de régularité que l'on observe dans les couches de Noyant, on doit regarder les roches qui les composent comme de même âge et de même origine que le filon de Brassac.

Butte de St.-Priest. § 33. Pour compléter l'histoire des particularités que présentent les terrains houillers de cette partie de la France, je dirai quelques mots sur la colline de Saint-Priest, que l'on voit dans le bassin houiller de Saint-Etienne. La forme

conique de cette colline a toujours attiré l'attention des naturalistes. Quoique la nature des roches qui la composent ait été décrite avec beaucoup de détail par M. de Bournon, dans sa *Description lithologique des environs de Saint-Étienne*, je crois utile d'en dire quelques mots, peu de personnes sachant à quel terrain elle se rapporte. Cette colline, sur laquelle est bâti le village qui lui donne son nom, domine la plupart de celles qui l'environnent. Le bas est composé de grès houiller véritable, analogue à celui qui compose en partie ce bassin; il est peu micacé, et par conséquent rarement schisteux. Il contient beaucoup de parties blanches, dues à du feldspath altéré, circonstance qui se présente fréquemment dans les grès. Il me semble avoir beaucoup d'analogie avec celui qui occupe la partie inférieure du terrain houiller en Angleterre, notamment à Newcastle et dans les montagnes qui séparent Sheffield de Castleton, grès qui est désigné, dans ce pays, sous le nom de *millstone - grit*. Il présente quelques empreintes végétales : ce sont principalement des calamites.

Vers le milieu de la colline, les caractères du grès commencent à disparaître; cependant on les observe encore. La roche est composée en partie de quarz-silex, noir et gris clair, qui paraît y être tantôt disséminé en fragmens, tantôt, au con-

traire, contemporain à la pâte, dans laquelle il se fond; la pâte est en outre très-siliceuse, ce qui donne à la roche une grande solidité; on y observe encore un assez grand nombre de paillettes de mica pour reconnaître qu'il y a une liaison entre ce grès et celui qui forme le bas de la côte. La pâte est souvent caverneuse et luisante; ces cavités, d'après leur forme, ne sont pas dues à des grains de sable tombés : ce sont de petites vacuoles de formes très-irrégulières, et analogues, mais très en petit, aux cavités que présentent les silex meuliers des environs de Paris. Les parties qui séparent ces cavités sont souvent très-aiguës; fréquemment elles sont tapissées de petits cristaux de quarz hyalin ou de baryte sulfatée : cette dernière substance, quoique moins abondante que la première, ne laisse pas d'y être en assez grande quantité. Quelquefois elle forme des cristaux de plusieurs lignes de diamètre, mais souvent aussi l'on voit de petites lames de cette substance, qui brillent et donnent à la pâte un certain aspect cristallin.

Vers le sommet de la colline, les caractères du grès ont presque entièrement disparu; on ne les observe plus que dans quelques parties, notamment vers une petite place qui se trouve près de l'église. Dans cet endroit, il contient encore de nombreuses empreintes de tiges; il passe à un quarz-silex, qui forme la roche principale

de cette colline : ce silex se casse avec une grande facilité, et paraît comme étonné dans tous les sens. Les nombreuses fissures qu'il présente sont tapissées de petits cristaux de quarz-hyalin, et quelquefois, mais plus rarement, de baryte sulfatée. La couleur la plus ordinaire de ce silex est un gris bleuâtre, assez analogue à la calcédoine bleue; il y en a aussi de noir assez foncé et gris clair. Souvent les couleurs se nuancent entre elles et donnent au silex une structure rubanée.

Nous avons trouvé dans ces quarz-silex quelques empreintes de tiges de calamites, analogues à celles que nous venons d'indiquer dans le grès, lesquelles sont entièrement semblables à celles que présente le terrain houiller du bassin de Saint-Etienne; mais nous avons recueilli en outre quelques empreintes de fougère dans ce même silex.

Le passage que nous venons d'indiquer entre le quarz-silex et le grès, assez semblable au grès houiller, les empreintes de tiges de roseaux, assez nombreuses, et celles de fougères, fort rares à la vérité, que nous avons observées dans l'une et l'autre de ces roches, ne permettent pas de douter que la butte de Saint-Priest ne soit une dépendance du terrain houiller. Mais quelle cause a donné à cette colline la forme conique qu'elle présente? On ne peut croire que c'est à la dénudation seule qu'elle la doive. Quelle cir-

constance aussi a répandu avec une si grande profusion la matière siliceuse cristalline et la baryte dans les roches qui la composent? Ce sont deux questions que nous ne chercherons pas à résoudre. Nous dirons seulement qu'il est naturel de penser que ce phénomène est analogue à celui qui a donné naissance aux arkoses, et que c'est probablement à la même cause que sont dus les minéraux qui existent dans l'un et l'autre grès. On doit aussi probablement regarder le ciment siliceux du millstone-grit du Sud du pays de Galles, comme produit par des circonstances semblables, et tous ces grès doivent être rangés avec les arkoses. Ainsi, la formation de cette colline rentre dans une classe assez générale de phénomènes ; mais elle présente ici un caractère particulier, c'est de former une butte isolée et conique ; il est probable cependant que c'est à la même cause que sont dus ces deux phénomènes, qui ne se reproduisent dans aucun autre point du terrain houiller du bassin de la Loire, et dont on n'a pas encore cité d'autres exemples.

---

§ 34. *Terrain de grès bigarré et de marnes irisées.* En quelques points de la pente méridionale du plateau primitif dont nous avons fait connaître la composition au commencement de ce mémoire, on observe de nombreuses couches de grès et de marnes qui reposent tantôt sur le terrain houiller, tantôt sur le granite même : ce grès, qu'il ne faut pas confondre avec le grès associé au lias, formant sur cette même pente une bande très mince et plus continue, est rougeâtre, souvent à grains fins et marneux; il contient des nodules de marnes de différentes dimensions, qui se détachent en couleur claire sur la pâte assez foncée du grès. Quand il recouvre immédiatement le granite, les couches en contact sont composées de gros galets provenant du terrain primitif et formant de véritables poudingues qui paraissent appartenir plutôt à un terrain de transition qu'à tout autre. La pâte ferrugineuse est quelquefois tellement abondante, que ces poudingues fournissent des minérais de fer oxidé rouge fort riches. A une certaine distance des terrains anciens, le grès reprend les caractères qui lui sont propres, sa pâte est marneuse et les grains sont siliceux : dans les couches inférieures, le grès contient en outre beaucoup de points blanchâtres, dus à du feldspath décomposé. De nom-

Caractères généraux de cette formation.

breuses paillettes de mica d'un gris argenté lui communiquent la structure schisteuse.

Les couches supérieures de cette formation sont des grès de couleur claire, en général verdâtre, à grains fins peu adhérens et souvent schisteux. Des couches de marnes et de marnes schisteuses alternent avec les grès. Elles sont ordinairement en couches minces, plus abondantes vers la partie milieu de cette formation qu'à ses deux extrémités : elles se délitent facilement et donnent naissance à une multitude de petits cônes. Ces marnes rouges sont maculées de parties vertes. Près de Figeac, les marnes supérieures sont associées à quelques couches minces d'un calcaire magnésifère; dans plusieurs points le gypse existe en assez grande abondance dans cette formation; il est disséminé principalement dans les marnes et dans le grès supérieur. Dans les lieux où les grès et les marnes ne contiennent pas de gypse, les caractères sont tellement analogues à ceux habituels à cette formation, qu'il est impossible de les séparer. Le grès présente des veinules, peu abondantes, de cuivre carbonaté vert, de cuivre carbonaté bleu, et de cuivre oxidulé : il est souvent mélangé de baryte sulfatée. Nulle part on n'a observé de porphyre dans cette formation, et, à l'exception de quel-

ques impressions végétales, rares et imparfaites, je n'y ai pas vu de fossiles.

Le grès est recouvert par le lias.

D'après les caractères généraux que je viens d'indiquer pour ce grès, on voit qu'il fait partie de l'ensemble des formations comprises entre le grès houiller et le lias. Il peut donc appartenir au grès rouge, au grès bigarré ou aux marnes irisées. L'absence du zechstein, représenté en Angleterre par le calcaire magnésien, ne permet pas d'avoir une opinion précise sur l'âge de ce grès, presque tous les caractères du grès rouge étant communs au grès bigarré. L'absence de porphyres, si abondans dans quelques grès houillers de cette contrée, et la présence du gypse, qui y forme des amas puissans aux environs de Saint-Affrique, dans l'Aveyron, portent à croire qu'on doit plutôt le rapporter au grès bigarré et aux marnes irisées qu'au grès rouge; en adoptant cette dernière opinion, je suis cependant loin de penser que des faits postérieurs ne pourront la modifier en partie.

Ce qui me paraît certain, c'est que les différens dépôts de grès qui existent non seulement sur la pente des Cévennes et des montagnes de l'Aveyron, mais en outre sur la pente des Pyrénées, sont de même époque. La présence du cuivre,

de la baryte sulfatée, et plusieurs autres caractères me font également penser que le grès de Chessy doit être assimilé à la partie supérieure des dépôts que nous allons décrire.

Division en trois bassins.

§ 35. La formation de grès bigarré et de marnes irisées occupe trois bassins isolés les uns des autres par des montagnes anciennes.

Le premier enveloppe Rodez et recouvre presque tout le centre du département de l'Aveyron.

Le second, situé à l'extrémité sud-est du même département, s'étend depuis le pont de Camarez jusqu'à Saint-Affrique, d'où il se prolonge dans le département de la Lozère.

Enfin le troisième forme un petit bassin triangulaire à la jonction des départemens de la Corrèze et de la Dordogne; il s'étend de Brives à Hautefort, situé au nord-ouest des mines de houille du Lardin. Pour faire connaître les caractères particuliers que cette formation présente dans ces trois bassins, je vais donner plusieurs exemples dans chacun d'eux.

Grès bigarré et marnes irisées entre Rodez et St.-Cyprien.

§ 36. Au centre du département de l'Aveyron, le grès bigarré occupe un bassin allongé du sud-est au nord-ouest, limité de tous côtés par le terrain ancien, sur lequel il s'appuie; le grès houiller se montre au jour dans quelques points de ce bassin et constitue deux massifs séparés, l'un sur

les bords du Lot et l'autre dans la vallée de l'Aveyron. Les caractères du grès bigarré sont assez uniformes, et dans les nombreuses dépressions que présente ce terrain on peut presque reconnaître les mêmes couches. La seule différence que l'on observe près de Figeac est l'existence d'une couche de calcaire dans les parties supérieures. Les collines comprises entre Rodez, Marcilhac et Saint-Cyprien, en allant du sud-est au nord-ouest, présentent la succession de roches suivante :

Les couches immédiatement en contact avec le terrain ancien sont composées en grande partie de galets de même nature que le terrain ; en s'éloignant de ce terrain, les galets de quarz deviennent prédominans, et bientôt le grès passe à un poudingue quarzeux dont le ciment marneux est très chargé d'oxide rouge de fer. Quelquefois, comme à la plaine de Lunel près Saint-Cyprien, l'oxide de fer devient tellement abondant, qu'il donne naissance à une couche de fer oxidé rouge de plusieurs pieds de puissance, qui sera d'un grand secours pour les usines à fer actuellement en construction dans le département de l'Aveyron. Dans quelques échantillons, c'est un oxide rouge de fer presque pur, ayant même quelque tendance à l'éclat métalloïde; le plus ordinairement c'est un minérai argilo-ferrugineux contenant

Poudingue à la partie inférieure.

Fer oxidé rouge dans le grès.

plus de trente pour cent de fer métallique. Cette couche peu inclinée forme le sol de la plaine de Lunel sur une demi-lieue de longueur, et les champs sont semés de fragmens nombreux détachés par la charrue.

Grès dans la partie inferieure.

A cette couche, qu'on ne voit pas immédiatement recouverte dans cette localité, succède une série de grès à grains plus ou moins gros, jamais très fins, dont l'épaisseur est considérable. Les couches les plus inférieures sont encore très ferrugineuses; celles qui leur succèdent sont de couleur beaucoup moins foncée, d'un jaune rougeâtre, avec des parties rougeâtres; le grain en est peu régulier, de manière qu'il est graveleux : il est rarement micacé; cependant quelquefois, dans la série que nous indiquons dans ce moment, il existe de petites couches à grains fins et assez schisteuses. La montée de Saint-Cyprien, celle de Rodez, les escarpemens que l'on voit dans les vallées du Dourdou et du Lot, en allant de Rodez à Espalion, nous montrent cette série de couches très développée (*fig.* 1re., Pl VI). Elles existent principalement sur la lisière du bassin et en forment les parties extérieures; le centre est occupé par les marnes. Ces grès recouvrent quelquefois le porphyre, qui existe dans le terrain houiller; mais ils ne paraissent pas y être jamais associés.

Ce sont principalement ces couches qui reposent sur le terrain houiller dans la vallée du Lot près de Firmy, de Flagnac, et dans celle du Cellé. Dans cette dernière, on voit la superposition de la manière la plus prononcée, la stratification n'étant pas parallèle. Le grès bigarré forme toutes les hauteurs de la forêt des Pallanges, sur les pentes desquelles le terrain houiller sort de tous côtés. Près de Firmy, le grès est comme maculé par des taches de manganèse. Nous avons vu, près de Liverpool, le *nouveau grès rouge* présenter exactement la même circonstance. On trouve également près de Firmy du cuivre carbonaté bleu et du cuivre carbonaté vert, colorant le grès et y formant de petits noyaux.

Manganèse et cuivre dans le grès.

A cette série de grès succèdent des couches marneuses rougeâtres très abondantes, formant le pays compris entre Saint-Cyprien, Lunel et Marcilhac; elles sont schisteuses et passent insensiblement à des grès marneux extrêmement fins, qui alternent continuellement avec elles, de manière que les escarpemens présentent une infinité de petites lames saillantes un peu plus dures que les marnes. Celles-ci se délitent avec beaucoup de facilité, et forment une innombrable quantité de petits cônes au pied des rigoles qui les sillonnent dans tous les sens. Ces marnes, ordinairement rouges, sont souvent ma-

Marnes irisées de Marcilhac.

culées de vert, de manière que le même échantillon présente plusieurs parties de deux couleurs. Des petites couches de marnes vertes alternent avec les marnes rouges.

Amas de gypse à Clervaux, Valady et Marcilhac.

Les marnes contiennent fréquemment du gypse, qui paraît y former des amas assez puissans; il en existe principalement à une petite distance de Marcilhac; on le voit à la partie supérieure des collines qui dominent les vallons de Clervaux, de Valady et de Marcilhac; il est posé presque à la séparation des couches de marnes et du calcaire qui le recouvre. Le gypse n'étant pas exploité dans ce canton, on ne peut étudier son gisement; cependant on reconnaît facilement qu'il ne forme pas de couches dans le terrain, il y constitue des amas en général peu considérables et des veinules qui courent dans tous les sens. Dans les amas, le gypse est saccharin, assez dur, et ne contient pas la quantité d'eau propre à la chaux sulfatée, ce qui fait présumer qu'il est en partie à l'état d'anhydrite : quant aux veinules, elles sont de chaux sulfatée fibreuse, ainsi qu'il est habituel de les trouver dans cette formation. On a découvert des veinules de minérai de cuivre carbonaté bleu et vert, près de Marcilhac et de Saint-Cyprien, sur lesquelles M. Blavier, ingénieur en chef des mines, a fait faire quelques recherches dans les années 1805 et 1806.

Cuivre carbonaté dans les marnes irisées.

La nature des marnes, leur diversité de couleur, leur position au dessus des couches de grès, et les gypses qui y sont associés me paraissent autant de caractères qui doivent les faire assimiler aux marnes irisées.

Ces marnes forment une série de petites collines qui occupent le centre du bassin de grès bigarré, ce qui tient à ce que les couches se relèvent de tous côtés vers les terrains anciens. Cette disposition remarquable s'observe très distinctement du haut du plateau de Kaimar, près Saint-Cyprien, qui domine tout ce bassin secondaire. Dans quelques parties, les marnes supérieures manquent; elles paraissent alors remplacées par un grès schisteux à grains fins, micacé et légèrement coloré en vert. Nous verrons que, dans les environs de Milhau, ce grès existe constamment à la partie supérieure de cette formation. Il serait possible qu'il fût un peu plus moderne et qu'il correspondît au quadersansdtein du lias.

Grès bigarré et marnes irisées, près Figeac.

§ 37. Les marnes irisées présentent, à une petite distance de Figeac, une couche de calcaire magnésien, circonstance qui leur est habituelle dans le système des Vosges: c'est en allant de Livignac à Figeac que j'ai observé cette couche calcaire. J'étais alors avec M. Debilly, ingénieur des mines, chargé concurremment avec moi des courses relatives à la carte géologique. Ayant eu l'occa-

sion d'observer souvent la formation de grès bigarré et des marnes irisées des Vosges, il fut frappé des caractères de ressemblance que présentait la même formation dans l'Aveyron et assimila de suite le calcaire dont je vais parler avec celui de Noroy.

Le grès bigarré repose immédiatement sur le plateau de granite qui se rattache aux montagnes d'Auvergne. Les couches que l'on voit affleurer sont les supérieures, ce sont des grès schisteux assez fins, appartenant probablement déjà aux marnes irisées; dans quelques coupures naturelles, qui existent à peu de distance, on remarque, au dessus de ces grès schisteux, des grès à grains très inégaux, généralement peu fins et légèrement colorés. Ces derniers sont exploités en plusieurs endroits comme pierre de taille. Quelques couches très quarzeuses fournissent des meules.

Calcaire magnésien dans les marnes irisées.

Au dessus de ces grès on voit, ainsi que je viens de l'annoncer, une alternative de couches de grès schisteux et de marnes rouges; celles-ci sont recouvertes de marnes rouges et vertes très fissiles. C'est à la partie supérieure de ce système marneux (Pl. IV, *fig.* 6), appartenant très probablement aux marnes irisées, que l'on trouve une couche peu puissante de 7 à 8 pouces d'un calcaire compacte, à grains très serrés, présentant

cependant, à la loupe, quelques petits trous. Il est d'un gris jaunâtre clair assez particulier; il renferme une grande proportion de magnésie et ressemble ainsi, par sa composition et par ses caractères extérieurs, à la couche de calcaire magnésien que M. Élie de Beaumont a indiquée, dans son Mémoire sur les Vosges, comme existant constamment dans les marnes irisées de ce système de terrains secondaires. Près Figeac, cette couche calcaire, quoique très continue et fort régulière, paraît cependant composée de larges rognons, ce qui tient à la décomposition. Les marnes irisées, qui n'ont acquis qu'un faible développement dans le pays que je décris, n'ont que quelques pieds d'épaisseur au dessus de cette couche. Un calcaire tout à fait semblable les recouvre; il forme des couches nombreuses, mais très minces : celles-ci sont d'un gris bleuâtre. Il se lie d'une manière insensible au calcaire de Figeac, qui est lui-même très magnésien et présente des caractères particuliers. En descendant vers cette ville, on ne retrouve plus les marnes irisées, le calcaire recouvre un grès qui a plus d'analogie avec le grès houiller qu'avec tout autre, et qui forme les rives du Cellé et celles du Lot sur une assez grande longueur.

§ 38. La formation de grès et de marnes est recouverte par du calcaire compacte gris de fumée, Grès bigarré et marnes

alternant avec des marnes noires, dans lesquelles on trouve des bélemnites et plusieurs autres fossiles du lias. On voit très distinctement cette superposition dans la coupe représentée (Pl. VI, *fig.* 1), prise entre Rodez et Espalion, sur le bord du Lot, et sur laquelle je vais donner quelques détails.

irisées entre Rodez et Espalion.

La ville de Rodez est bâtie sur une colline assez élevée, composée d'une alternative nombreuse de couches de grès bigarré. Ces couches, entièrement analogues à celles que nous avons indiquées ci-dessus, à l'autre extrémité du bassin secondaire, comme formant la montée de Lunel, sont à grains très inégaux, rarement fins; quelques unes sont fortement colorées en rouge, tandis que beaucoup d'autres présentent seulement une légère teinte ocreuse. Après avoir descendu sur ces couches, on traverse un petit ruisseau qui tourne autour de la montagne de Rodez et va se jeter dans l'Aveyron, situé au sud de la ville. On remonte alors sur les mêmes couches pour arriver au vaste plateau calcaire appelé *causse de Concourès*, qui se tient à la même hauteur pendant plusieurs lieues. Le calcaire qui le recouvre appartient au lias, il est gris de fumée, alterne avec des couches marneuses et contient des bélemnites, des plagiostomes, des peignes et des ammonites. Il n'a qu'une petite épaisseur, de

Causse de Concourès.

sorte que les ravins un peu profonds mettent le grès à nu. On le voit sur une grande hauteur dans la vallée du Dourdou, qui se dirige à peu près de l'est à l'ouest. Les couches étant légèrement inclinées vers le nord, les pentes de cette vallée présentent des couches supérieures qui n'existent pas dans la montagne de Rodez. On observe dans la vallée du Dourdou la succession suivante :

Succession de grès et de marnes irisées.

1°. Grès bigarré à grains inégaux, fortement coloré en rouge;

2°. Succession de couches de grès à grains plus ou moins fins non schisteux, diversement colorées;

3°. Marnes rougeâtres et grès rougeâtre schisteux, alternant en petites couches;

4°. Marnes irisées, maculées de rouge et de vert;

5°. Calcaire compacte gris, associé avec des marnes bitumineuses très colorées;

6°. Calcaire compacte appartenant à l'étage oolithique inférieur.

En remontant sur la rive droite du Dourdou, on retrouve le calcaire; il forme un second plateau et se prolonge jusqu'à la descente d'Espalion, situé dans la vallée du Lot, laquelle est également creusée dans le grès. En continuant à marcher au nord, on remonte sur le calcaire, qui s'ap-

puie, à une demi-lieue d'Espalion, sur le terrain ancien.

Grès bigarré et marnes irisées de St.-Affrique.

§ 39. Le second bassin de grès bigarré, situé à l'extrémité sud-ouest du département de l'Aveyron, est beaucoup plus étendu que celui des environs de Rodez. Il constitue en grande partie l'arrondissement de Milhau et se prolonge dans le département de la Lozère. Les couches marneuses y sont plus abondantes que les grès inférieurs; cependant ceux-ci existent en s'approchant des terrains anciens sur lesquels les grès et les marnes s'appuient de tous côtés; de sorte que si, d'un point quelconque de ce terrain, on se dirige vers Saint-Affrique, qui se trouve à peu près au centre du bassin, on traverse toutes les couches de cette formation. Pour les faire connaître, nous allons donner quelques détails sur la coupe que l'on obtiendrait entre Belmont et Saint-Affrique, villes situées aux deux extrémités de la série. Près de Belmont, on voit le grès reposer immédiatement sur le terrain de transition (Pl. VI, *fig.* 2); les premières couches sont de véritables poudingues, mais bientôt le grès lui succède: celui-ci, sans être à grains fins, est cependant composé de galets moins gros et moins irréguliers que le grès de Saint-Cyprien.

Grès à la partie inférieure.

A ce grès en succèdent d'autres à grains fins et à structure schisteuse. Ces derniers alter-

nent avec de nombreuses couches de marnes. Le ciment du grès, qui est très ferrugineux, est aussi en partie siliceux, circonstance assez rare dans ce terrain. Il est traversé par de petits filons de quarz blanc, parallèles les uns aux autres et ne se prolongeant pas dans les couches marneuses. Le grès conserve ces caractères jusque un peu au delà du pont de Camarez : il devient alors marneux sans qu'on puisse observer de passage de l'un à l'autre, tant la transition est insensible. Il contient fréquemment une grande quantité de mica disséminé dans tous les sens, et n'est pas aussi régulièrement schisteux que le précédent. Les couches de grès marneux alternent avec des couches marneuses fort abondantes; ces dernières deviennent dominantes à mesure que l'on approche de Saint-Affrique; ces marnes sont maculées de parties verdâtres, elles sont alors tout à fait semblables à celles que nous avons indiquées ci-dessus comme représentant les marnes irisées des Vosges; des grès schisteux verdâtres très micacés les recouvrent. C'est ordinairement à la séparation de ces grès et des marnes que se trouve le gypse si abondant dans les marnes irisées de ce bassin ; il y est distribué avec régularité, ne change pas la stratification et forme une bande à même hauteur, que l'on reconnaît de loin : cette disposition est surtout remar-

Grès à ciment siliceux.

Marnes irisées à la partie supérieure.

quable dans les collines qui bordent la Sorgues, à Saint-Affrique; sa distribution au milieu de ces marnes n'est pas entièrement analogue à celle que cette substance affecte ordinairement dans cette formation; on sait qu'elle y est disséminée en petits filets de gypse fibreux et en petits amas de gypse anhydre, le tout formant des espèces de stockwerks. Ici le gypse constitue tantôt de grands amas allongés ayant l'apparence de couches, tantôt il est disséminé dans la masse même du grès, dont il forme, pour ainsi dire, le ciment. Dans les vallons de la Sorgues et de la Neujouls, qui se réunissent près de Saint-Affrique, on voit le gypse sortir de tous les côtés : il est exploité à Saint-Affrique, Vabres, Montaigu, Saint-Félix, etc. La montagne de la Couëtte, à une demi-lieue environ de la première de ces villes, présente la disposition suivante :

Gypse dans les marnes irisées.

Gypse formant la pâte du grès à la montagne de la Couëtte.

Au niveau de la Sorgues (Pl. VI, *fig.* 5), le grès est rougeâtre, peu micacé : il alterne avec des marnes schisteuses maculées de rouge et de vert. Immédiatement au dessus, reposent des couches de grès schisteux, micacé et verdâtre, dans lesquelles le gypse est disséminé sur une assez grande largeur et forme une espèce d'amas alongé; il ne se prolonge pas dans toute la longueur de la colline, il n'y constitue pas non plus un amas de nature entièrement différente du

terrain, comme il est habituel pour ces masses minérales. Le gypse forme la pâte du grès, qui devient de plus en plus gypseux ; les bancs inférieurs donnent une pierre à plâtre très impure, mélangée d'une grande quantité de galets de quarz ; il contient en outre beaucoup de parties verdâtres micacées analogues à celles qui existent dans le grès auquel on peut dire que le gypse passe insensiblement. Au dessus de ce gypse verdâtre, on observe plusieurs couches contenant une quantité plus ou moins grande de galets, dont l'ensemble peut avoir quarante à cinquante pieds d'épaisseur. Une petite couche d'un grès rougeâtre micacé, avec des nodules de gypse saccharoïde rougeâtre, surmonte cette série de couches, à laquelle succède de nouveau du gypse avec galets. Un grès micacé verdâtre reprend alors : il renferme des nodules assez considérables de gypse saccharoïde blanc, donnant un plâtre extrêmement pur. Le gypse avec galets constitue de nouveau une série de couches dans lesquelles les galets sont plus ou moins abondans. L'ensemble de ces couches de grès et de gypse peut avoir 150 pieds de puissance.

Cette disposition du gypse au milieu des couches de grès tend à faire croire que cette substance est ici le produit d'une infiltration qui aurait cimenté certaines parties du grès ; infiltra-

tion analogue à celle qui a produit les concrétions calcaires et siliceuses que l'on observe fréquemment dans les terrains calcaires, ainsi que les parties endurcies si abondantes dans les terrains marneux.

Grès blanc, recouvrant les marnes irisées.

Cette succession de couches gypseuses est recouverte par un grès à grains fins, presque entièrement composé de grains de quarz hyalin paraissant peu roulés. Le ciment est fort rare; il est taché par de l'hydrate de fer répandu très inégalement dans la masse du grès et ne formant pas de ciment comme l'oxide rouge de fer dans les grès inférieurs. Ce grès blanc occupe très peu d'épaisseur; quoique dur, il se désagrège facilement, et les pentes sont couvertes d'un sable blanc provenant de sa destruction.

Dolomie et lias formant les sommités.

Toutes les sommités sont couronnées par du calcaire compacte gris associé à des marnes, dans lesquelles il existe du lignite; ces marnes contiennent des bélemnites et des térébratules. Les couches immédiatement en contact avec le grès sont dures et grenues, et présentent, au premier coup-d'œil, l'apparence d'un grès à grains très serrés; mais à leur éclat un peu nacré on reconnaît que ce sont de petites couches très régulières de dolomie qui existent à la séparation des deux terrains.

Grès bigarré

§ 40. Le grès bigarré cesse bientôt après Saint-

Affrique; on le retrouve à peu de distance de Milhau, sur la route de Rodez. On le voit sortir de dessous le calcaire et s'appuyer immédiatement sur le granite des montagnes du Levezou. Ses caractères sont entièrement différens de ceux que nous venons d'indiquer. Il est composé de grains de quarz hyalin blanc et violacé; ces derniers sont si abondans que le grès présente cette couleur, il contient en outre des grains de feldspath; les galets de quarz, gros au plus comme des grains de millet, sont miroitans à leur surface comme s'ils avaient été altérés, et le ciment siliceux qui les lie contient de petits faisceaux de baryte sulfatée; il est recouvert par un grès schisteux assez coloré, traversé dans tous les sens par des veinules de baryte sulfatée, quelquefois légèrement colorée en vert par l'oxide de cuivre. Nous avons vu des échantillons de cuivre sulfuré provenant de ce grès; il était accompagné d'une substance très analogue à la bournonite du Piémont. Les caractères de ce petit dépôt de grès bigarré, prolongement de celui de Saint-Affrique, rappellent ceux de l'arkose.

du bois du Four.

Il contient de la baryte sulfatée, etc.

§ 41. Le troisième bassin de grès bigarré, que nous avons indiqué à la limite des départemens de la Corrèze et de la Dordogne, se trouve, de même que les deux autres, à la séparation des terrains anciens et des calcaires secondaires :

Grès bigarre de Terrasson.

ces différens dépôts peuvent donc être regardés comme les témoins d'une bande de grès qui devait être plus continue qu'elle ne nous le paraît. Elle aurait été alors cachée en partie par les couches de calcaire, qui se sont avancées jusqu'aux terrains anciens. Les caractères de cette formation ne sont pas exactement les mêmes que dans les grès du département de l'Aveyron. Elle ne renferme pas les couches marneuses analogues aux marnes irisées du nord de la France. Cette différence tient peut-être au peu de largeur de la bande de grès, qui ne permet pas de voir la partie supérieure de cet ensemble de formations.

Aux environs de Terrasson et près de Brives, ces grès présentent aussi des différences que nous allons indiquer; cette variation de caractères pourrait faire croire que les grès n'appartiennent pas à la même formation, mais il est probable qu'elle tient à ce que ce n'est pas la même partie du terrain qui est mise à nu dans les deux localités.

Au Lardin, près de Terrasson, on voit le grès bigarré reposer sur le grès houiller, contenant des couches de houille exploitées; les deux terrains sont en stratification concordante, ce qui a fait supposer que le grès supérieur était lié au terrain houiller, et qu'il représentait le grès

rouge, regardé encore par les géologues allemands comme dépendant de celui-ci; mais on ne peut avoir cette opinion pour les environs du Lardin, car ici les impressions abondantes dans le terrain houiller ne se représentent pas dans les couches qui le recouvrent, et de plus les caractères extérieurs des grès ne sont pas les mêmes.

Grès avec galets dans la partie inférieure.

Le grès bigarré présente des couches à grains fins, et d'autres composées presque exclusivement de galets de quarz de grosseurs variables, réunis par un ciment marneux. Ces couches, de texture différente, alternent ensemble. Cependant celles composées de gros galets existent principalement dans la partie inférieure de la formation. Le grès contient beaucoup de paillettes de mica; lorsqu'il est à grains fins, elles lui communiquent la structure schisteuse; en s'élevant dans la formation, la couleur rouge du grès est moins prononcée, il devient verdâtre par places; des couches de grès schisteux, verdâtre et très micacé recouvrent celui-ci; il est lui-même recouvert par du grès blanc, souvent peu adhérent. Cette disposition, commune à toutes les collines qui environnent Terrasson, s'observe surtout d'une manière très prononcée dans les collines de la Gresse et d'Ayen qui bordent les deux rives du Haut-Vezere entre Terrasson et la Marche.

Grès blanc à la partie supérieure.

Grès bigarré et lias, de la colline de la Gresse.

Dans la colline de la Gresse, dont le pied se prolonge jusqu'à Terrasson, on voit le schiste houiller avec impressions se montrer au niveau du Vezere, des couches de grès à gros galets de quarz et à ciment marneux le recouvrent; au dessus viennent des grès à grains assez fins, mais rarement schisteux; quelques couches dont la pâte est peu colorée montrent de loin la stratification assez près de l'horizontale, dans cette colline, mais fortement inclinée à Hautefort, situé à deux lieues sud-ouest de Terrasson; des couches à grains plus fins, schisteuses et très micacées recouvrent les précédentes; leur couleur moins foncée est souvent mélangée de vert; la colline, dont la pente était assez rapide, devient alors très douce et forme une espèce de plateau, dont la surface est recouverte d'un grès blanc, peu solide, presque entièrement composé de grains de quarz et d'un ciment marneux. Il renferme des nodules de marnes de différentes grosseurs, disséminés dans la masse du grès; des couches schisteuses alternent avec ce grès peu adhérent: il doit cette texture à de nombreuses paillettes de mica, qui lui communiquent aussi une teinte verdâtre. Ce grès occupe une épaisseur considérable, ainsi que je l'ai indiqué dans la *fig.* 3, Pl. VI; il est recouvert immédiatement par du calcaire marneux, gris jaunâtre, formant le som-

Grès avec galets.

Grès blanc à la partie supérieure.

met de la colline; ce calcaire est presque entièrement composé de gryphées. Lias sur le grès blanc.

Le grès bigarré présente, à Terrasson, des indices de minérai de cuivre; ce métal existe en plus grande quantité dans les grès blancs supérieurs. A Ayen et à Issoudun, on a reconnu dans ce grès des veinules et des nids de cuivre carbonaté vert, de cuivre carbonaté bleu et de cuivre oxidulé. D'après quelques indications que j'ai recueillies dans le pays, ces veinules métallifères se prolongent dans le calcaire supérieur à cette formation, qui est alors dolomitique; peut-être devrait-on plutôt associer le grès blanc avec cette formation calcaire qu'avec celle de grès bigarré, il représenterait alors le grès du lias. Cuivre dans le grès blanc.

§ 42. Près de Brives, le grès bigarré affecte des caractères un peu différens de ceux que nous venons d'indiquer. Les couches inférieures, tantôt à gros grains, tantôt à grains fins, sont plus ou moins colorées. Elles alternent fréquemment avec des couches verdâtres, quelquefois tellement minces qu'il est assez facile de tailler un échantillon montrant plusieurs bandes de ces deux couleurs. Les couches supérieures sont presque blanches. Elles sont composées exclusivement de grains siliceux assez gros et de feldspath décomposé; le ciment argileux blanc est analogue à du kaolin. Ce grès présente un accident Grès bigarré de Brives.

de stratification remarquable, que nous avons observé plusieurs fois dans les grès de cette formation, notamment à Glascow; il consiste à se lever en feuilles non parallèles à la stratification du terrain, de sorte qu'il paraît avoir été soumis à une double action pendant son dépôt : l'une, plus générale, donnait naissance aux couches, tandis que l'autre influait seulement sur les fractions de ce grand dépôt. Cette disposition, très frappante quand on observe le terrain, l'est peut-être encore davantage dans les constructions faites avec ce grès, parce que les pierres de taille étant coupées dans l'épaisseur des couches, les lignes des schistes sont disposées très irrégulièrement par rapport aux assises du bâtiment.

Couche de calcaire dans le grès.

Dans la partie inférieure de ce grès, il existe une couche de calcaire compacte et noir, qui peut avoir deux pieds de puissance. Elle est accompagnée des deux côtés par des marnes d'un gris très foncé, se décomposant en boules, et présentant tout à fait l'aspect de la wacke des terrains basaltiques. Les couches de grès immédiatement en contact sont verdâtres et micacées; celles inférieures sont rouges et contiennent de gros galets.

Plusieurs sommités aux environs de Brives, notamment celles de Noailles, sont couronnées par un calcaire marneux dolomitique.

A Nanteuil, près de Brives, le grès houiller sort de dessous le grès bigarré ; il y a eu dans cet endroit des exploitations peu importantes ouvertes à plusieurs reprises.

Résumé sur les caractères du grès bigarré dans les trois bassins.

§ 43. On peut résumer ainsi les caractères principaux des formations de grès dans les trois bassins que nous venons de parcourir.

Elles reposent sur le terrain houiller, quelquefois en stratification discordante.

Elles présentent en général des grès à gros grains quarzeux à leur partie inférieure.

Le milieu de cette formation est souvent composé de grès à grains fins schisteux, dont la couleur habituellement rouge est souvent mélangée de vert.

Dans l'Aveyron, la partie supérieure est occupée par des marnes ayant beaucoup de ressemblance avec les marnes irisées.

Ces marnes renferment du gypse en abondance, et une couche de calcaire magnésien analogue par sa nature et sa position avec celui que M. Élie de Beaumont a annoncé exister constamment dans les marnes irisées du système des Vosges.

Ces grès ne contiennent pas de porphyres, tandis que leur présence est habituelle dans les terrains de grès rouge.

Ces différentes circonstances me paraissent, à

défaut de caractères positifs, devoir faire rapporter ces grès et ces marnes au système du grès bigarré et des marnes irisées.

J'ajouterai en outre que ce grès est souvent recouvert par un grès blanc, auquel il passe; ses caractères un peu différens de ceux du grès bigarré le rattachent peut-être à la formation de lias, qui couronne ordinairement les collines de grès.

Ce grès présente des indices de cuivre dans beaucoup d'endroits; les couches inférieures de ce terrain de grès possèdent, au contact du terrain ancien, les caractères de l'arkose : ainsi elles contiennent des faisceaux de baryte sulfatée, elles sont traversées par une infinité de veinules de cette substance; en outre la couche calcaire immédiatement en contact avec le grès est souvent à l'état de dolomie.

DES FORMATIONS JURASSIQUES.

Généralités. § 44. Les formations jurassiques forment sur les terrains anciens du centre de la France une ceinture presque continue, qui s'étend depuis le Rhône jusqu'à l'Océan. Les divers terrains dont nous comprenons ici l'ensemble sous le nom de *formations jurassiques* ne sont pas également abondans dans toute l'étendue que nous venons d'indiquer. Sur le versant qui regarde le Rhône,

la partie la plus basse de ces formations constitue presqu'à elle seule une grande partie de l'espace compris entre ce fleuve et les montagnes de l'Ardèche.

L'analogie de position et les fossiles que l'on trouve dans le calcaire et les marnes de cette assise inférieure nous les font rapporter au lias des Anglais. Toutefois, en faisant ce rapprochement, nous n'avons pas l'intention de dire qu'il existe une identité complète entre les caractères et les fossiles que présente cette formation dans deux contrées aussi éloignées, nous voulons indiquer seulement que le lias, les calcaires et les marnes que nous allons décrire se sont déposés à la même époque et dans des circonstances semblables. A cette extrémité du bassin secondaire, le calcaire oolitique ne forme que quelques lambeaux; du côté de l'Ouest, au contraire, le terrain de lias ne présente qu'une bande très étroite et les formations oolitiques y recouvrent une grande surface. Elles sont surtout très développées dans la zone comprise entre une ligne qui joindrait Cahors, Angoulême et Rochefort et une autre qui passerait par Figeac, Poitiers et les Sables-d'Olonne. Dans cet espace, on retrouve les trois grandes divisions des terrains anglais, chacune d'elles présentant des couches argileuses et des couches calcaires. Les fossiles

Analogie avec les formations anglaises.

répandus dans ces différentes assises sont en grande partie analogues à ceux qui existent dans les terrains anglais. Malgré le rapprochement que nous annonçons, on ne retrouve pas cependant une identité complète de caractères : ainsi, plusieurs des nombreuses subdivisions adoptées par les géologues anglais se voient rarement dans cette partie de la France, et quelques fossiles sont dans des positions un peu différentes. Ces nuances entre des terrains semblables ne doivent pas étonner quand on réfléchit que l'on compare des bassins éloignés l'un de l'autre et séparés par un massif considérable de terrains anciens. Des circonstances locales doivent en effet avoir toujours eu quelque influence sur ces dépôts, qui, quoique formés à la même époque et par les mêmes causes, n'appartiennent probablement pas à une seule nappe qui aurait recouvert à la fois toutes les parties des continens alors existans, et dont le niveau était le même.

La limite entre ces différens étages est souvent difficile à établir, surtout celle entre le lias et les formations oolitiques; peut-être cela tient-il à ce qu'il n'existe pas de couches argileuses qui marquent cette séparation. On ne peut, il est vrai, avoir aucun doute quand on trouve de nombreuses gryphées arquées, comme dans quelques lieux; mais souvent cette formation n'est représentée

que par des marnes qui n'en contiennent pas, et dans lesquelles on trouve à la fois des fossiles appartenant aux deux assises contiguës. Ce mélange nous annonce qu'il n'y a pas une plus grande différence entre le lias et les formations oolitiques qu'entre les divisions de ces mêmes formations, et qu'on ne doit pas l'en isoler. Aussi nous proposons-nous de regarder les formations jurassiques comme composées de quatre étages, dont le premier serait le *lias*. Lias intimement lié à l'oolite.

Le détroit qui sépare les terrains anciens de la Vendée de ceux du centre de la France pourrait peut-être faire naître une pensée un peu différente de celle que je viens d'émettre. En effet, dans cet espace, entièrement occupé par les formations jurassiques, elles constituent une double chaîne, dans laquelle on observe une pente vers le nord et une vers le sud. Sur chacun de ces deux versans, on retrouve les trois étages de l'oolite, le centre étant occupé par la partie inférieure de ces formations; et quant au lias que l'on voit presque constamment former une lisière étroite à la limite des terrains anciens, il ne se montre pas au centre de cette chaîne; ce qu'on pourrait présumer si réellement il formait, ainsi qu'on vient de le dire, la base de tout ce terrain calcaire.

Pour donner une idée des terrains qui nous Ordre de la description.

occupent, nous allons indiquer plusieurs coupes, prises à des distances assez éloignées les unes des autres; nous réunirons dans ces coupes les trois étages oolitiques; mais nous en séparerons le lias, à cause de quelques considérations particulières. Nous les décrirons en marchant de l'est à l'ouest. Cet ordre géographique, qui permet de suivre plus facilement la description sur une carte, offre en outre ici l'avantage de rapprocher les formations qui présentent le plus d'identité de caractères.

Grès inférieur au lias paraissant associé à cette formation?

§ 45. *Du lias et des marnes qui occupent sa partie supérieure.* — Avant d'entrer dans la description du lias, je donnerai quelques détails sur un grès (1) qui me paraît associé à cette formation, et qui forme une bande presque continue à la séparation du granite et des formations jurassiques.

Aux environs d'Alloue près Confolens, aux Chéronies, et, on peut dire, sur toute la lisière du terrain ancien depuis la Châtre, où finit le terrain houiller, jusqu'au delà de Brives, on trouve presque constamment à sa séparation avec la formation jurassique un grès blanc qui correspond

(1) M. de Bonnard a déjà fait connaître le grès dont il est ici question dans un mémoire sur une formation métallifère dans le sud-ouest de la France.

exactement, tant par sa position géologique que par ses caractères extérieurs, avec le terrain que M. de Bonnard a décrit sous le nom d'*arkose*. Ce grès est composé de quarz hyalin, de parties feldspathiques et d'un ciment en général marneux, mais quelquefois siliceux. La silice qui sert de ciment est, dans quelques cas, en si grande proportion, qu'il est impossible de dire si la roche est encore un grès; elle passe à un jaspe fort abondant dans quelques points. Ces grès sont associés avec des argiles et contiennent, ainsi qu'elles, de la baryte sulfatée, et des veinules de substances argileuses, différant essentiellement des argiles par leur composition. La substance *rose de Quincy*, la *nontronite* et l'*halloysite*, minéraux que M. Berthier a fait connaître, sont dans ce gisement. Ils présentent, les uns et les autres, une composition analogue : ce sont des silicates contenant une grande proportion d'eau. Les argiles qui accompagnent le grès ont aussi quelque rapport avec ces substances : ainsi beaucoup d'entre elles renferment une très grande proportion d'eau, dont une partie ne peut être chassée par un simple desséchement; l'alumine qui entre dans leur composition est facilement attaquée par les acides, ce qui fait croire que cette substance est à l'état d'hydrate : ces argiles sont en outre très douces au toucher, translucides sur

Caractères de ce grès.

les bords, et paraissent participer d'un dépôt chimique; elles sont d'un blanc grisâtre et de couleur ocreuse.

Deux grès l'un inférieur au lias et l'autre supérieur ?

Le grès dont nous venons de donner la description paraît, au premier abord, appartenir à de vastes alluvions; mais on reconnaît bientôt qu'il est au dessous du lias. Quelquefois on le voit passer pour ainsi dire au calcaire, de sorte que l'on a un grès calcaire à la séparation. Outre ce grès, dont la position est certaine, il m'a paru, autant qu'on peut en juger sans avoir vu de superposition directe (1), qu'il en existait un semblable au dessus du calcaire, c'est à dire qu'en coupant les couches en sens inverse de leur inclinaison, j'ai retrouvé des espaces assez considérables occupés par du grès après avoir vu des couches de calcaire appartenant à l'oolite inférieure, et le lias venait ensuite. On voit très bien cette disposition en allant d'Angoulême à Confolens, dans le département de la Haute-Vienne.

Entre Angoulême et Confolens.

En effet, depuis Angoulême jusqu'à Saint-Claud, nous avons traversé les différens étages

(1) M. Manès, ingénieur des Mines en résidence à Limoges, a parcouru ce pays avec le plus grand soin. Il est occupé dans ce moment à la rédaction d'un mémoire qui éclaircira cette question intéressante, et dans lequel il se propose aussi de faire connaître les formations jurassiques avec détail.

oolitiques. Le pays, depuis ce dernier endroit, est composé de grès qui se prolonge jusqu'à Chantressac, situé sur les bords de la Charente. Des couches de calcaire et de marnes lui succèdent, et un grès semblable reprend entre Chantressac et Confolens. Ce dernier s'appuie directement sur le granite, il est métallifère. On trouve également, dans le département de l'Indre entre Lignères et Saint-Julien-de-Thevé, des espaces considérables occupés par des grès paraissant supérieurs au calcaire à gryphites qui se montre dans ce dernier endroit. Entre la Châtre et Saint-Martin-d'Aschères, sur la route de la Châtre à Châteauroux, on rencontre de même un grès après avoir traversé le pays, dont le sol est formé de lias, et avant d'arriver aux formations oolitiques. Cette constance dans la position relative du grès et du calcaire ne m'a pas paru, d'après la forme du terrain et l'inclinaison des couches, pouvoir être attribuée à la dénudation, qui, en ravinant un plateau, nous aurait offert plusieurs retours de ces deux roches (1). D'abord, il existe une assez

Entre la Châtre et Châteauroux.

(1) La seule circonstance qui pourrait contredire l'opinion de deux grès, l'un inférieur et l'autre supérieur au lias, serait de regarder ce dernier comme d'alluvion; mais il est trop semblable à celui immédiatement au dessous du lias pour que je puisse l'adopter. J'ajouterai en outre que

grande différence entre les calcaires qui me paraissent placés au dessus et au dessous du grès, puisque je regarde les uns comme faisant partie de l'oolite inférieure, et les autres comme représentant le lias; ensuite, j'ai trouvé hors de place à la surface du terrain de grès des coquilles siliceuses (moules de trochus, plagiostome, peigne) qui se rapportent au terrain oolitique, et qui paraissent appartenir au grès : il suit donc de cette position qu'il y aurait au dessus et au dessous du lias des couches de grès que des caractères assez semblables permettent de rapprocher, et qui appartiendraient à cette formation.

Coquilles dans le grès supérieur ?

Métaux dans le grès inférieur.

Le grès inférieur est métallifère. Il contient dans beaucoup d'endroits de la galène, de la blende et du manganèse oxidé. Dans plusieurs points, ces métaux ont été l'objet de recherches; aux Chéronies, situées à une petite distance de Confolens, on a exploité de la galène disséminée tantôt dans le grès même, qui est solide et très siliceux, tantôt dans de l'argile associée au grès. Cette argile, de couleur ocreuse, passe pour ainsi dire à un jaspe par un endurcissement, dû à de la silice. Le grès contient de petits faisceaux de

Aux Chéronies.

---

je viens de voir dans le département du Calvados, où M. Hérault a eu la bonté de me servir de guide, un grès semblable placé entre l'oolite inférieure et le lias.

baryte sulfatée; cette substance se trouve en outre dans l'argile.

Aux environs de Melle, dans le département des Deux-Sèvres, la galène existe dans un gisement semblable. A Melle.

A Alloue, près Confolens, où l'on exploite aussi de la galène, cette substance n'est plus disséminée dans le grès, qui se trouve cependant à peu de distance de la mine, et sur lequel on marche depuis une lieue, de Confolens jusqu'à Alloue : ici, le minérai est associé à une roche siliceuse, noire, opaque, semblable à un jaspe noir, formant une bande épaisse ; il est difficile d'affirmer la position relative de la bande de silex et du calcaire dont nous allons parler, quoique cette bande soit immédiatement en contact avec lui : en effet, tantôt elle est verticale, et paraît couper les couches comme un filon, tantôt elle est parallèle aux couches, et semble former une veine : dans ce cas, la bande siliceuse se divise quelquefois en plusieurs rameaux, et se fond même dans le calcaire, qui devient très dur, et fait alors feu au briquet. A ces derniers caractères s'en joignent encore d'autres qui paraissent rapprocher l'âge de la bande siliceuse de celui du calcaire. Elle renferme quelques coquilles semblables à celles qui se trouvent dans le calcaire. J'y ai recueilli des térébratules, des fragmens de peignes, de limes (*L. gibbosa?*), un A Alloue. Bande siliceuse métallifère.

moule intérieur d'avicule et un moule d'oursin se rapprochant des galérites. Ces fossiles sont à l'état siliceux; il est vrai qu'en supposant la bande siliceuse le produit d'une infiltration, on pourrait de même y rencontrer des fossiles. La galène et la blende sont disséminées dans cette roche en parties tellement ténues, qu'à peine on les distingue par un léger luisant métallique.

Coquilles dans le jaspe.

Le calcaire d'Alloue forme des couches assez épaisses séparées par des lits minces d'argile. Il est jaunâtre, dur, se délitant mal; il contient des peignes, des térébratules, des ammonites et des bélemnites; ce dernier fossile s'y trouve en grande abondance. D'après ses caractères extérieurs, ce calcaire a toujours été regardé comme fort ancien; il me paraît appartenir à l'assise oolitique inférieure, peut-être aux couches supérieures du lias.

Manganèse oxidé dans ce grès.

Aux environs de Thiviers, dans le département de la Dordogne, le manganèse oxidé est exploité dans des argiles et dans un grès dont la position est analogue à celui des Chéronies. Les argiles contiennent des rognons de manganèse oxidé, des rognons de jaspe et de la baryte sulfatée. Le grès auquel les argiles sont associées est blanchâtre, composé de grains siliceux, de grains feldspathiques et d'un ciment marneux. Il est recouvert immédiatement de couches de calcaire

dolomitique appartenant à l'oolite inférieure. Il existe encore des veinules de manganèse dans le calcaire, qui, lui-même, est souvent tacheté de points de cette substance. Le jaspe en contient également, nous avons trouvé quelques échantillons de cette dernière roche à l'état d'oolite.

D'après les détails que nous venons de donner sur le grès métallifère, on peut dire que, quoiqu'il soit presque toujours inférieur au lias, il paraît à peu près de même âge que cette formation, et dans notre opinion il y est associé : il représenterait alors certains quadersandsteins, qui ne sont autre chose que le grès de cette formation.

Nous rappellerons maintenant que nous avons indiqué ci-dessus, en parlant du grès bigarré, qu'il existe presque constamment des couches de grès blanc à la partie supérieure de ce terrain dans les bassins de Saint-Affrique et des environs de Terrasson. Ces grès, assez souvent métallifères, se rapportent peut-être à la formation qui nous occupe, malgré qu'ils paraissent plus liés intimement avec le grès bigarré qu'avec le grès du lias, désigné quelquefois sous le nom de quadersandstein; on ne donne ce rapprochement qu'avec beaucoup d'incertitude, aucun fait positif ne venant l'appuyer : il en serait alors de même du grès de Chessy, que l'on regarde comme associé

au groupe du grès bigarré; dans le cas où il ferait réellement partie de ce dernier système, il doit en être regardé comme l'assise la plus moderne, supérieure aux marnes irisées, et dès lors très voisin du lias.

Lias des environs d'Aubenas et d'Alais.

§ 46. J'ai annoncé, au commencement de cet article, que le lias était plus abondant sur le versant est du plateau central que dans les autres parties de ce vaste dépôt secondaire. Il existe surtout le long des montagnes de l'Ardèche et de la Lozère. Le véritable lias ne se montre qu'en peu de points, je l'ai vu près d'Aubenas et près d'Alais. Les marnes qui occupent en Angleterre l'assise supérieure de cette formation sont au contraire très développées dans cette partie de la France. Le lias repose indistinctement sur le terrain ancien, le grès houiller et le grès bigarré; souvent à la séparation du terrain calcaire et de celui sur lequel il est placé, il existe de la dolomie.

Les fossiles sont rares dans cette formation surtout dans le calcaire, je n'en ai vu que près d'Aubenas et d'Alais (1); ils n'y sont pas dissé-

---

(1) M. Teissier, médecin à Anduze, et M. Al. Brongniart, en décrivant, dans les *Annales des Sciences naturelles* d'octobre 1827, le terrain des environs de cette ville, ont annoncé qu'il y existait beaucoup de coquilles appartenant au lias.

minés indistinctement, ils s'y trouvent pour ainsi dire par nids. Aux environs d'Alais, ils existent principalement dans une montagne voisine de Saint-Jean-du-Pin et dans une autre, située au sud de Salles, sur la rive droite du Gardon. Dans ce dernier endroit, les gryphites sont à l'état siliceux et présentent une structure concentrique, habituelle aux coquilles silicifiées. La roche qui renferme ces fossiles est un calcaire compacte, d'un noir assez foncé, présentant quelques parties grisâtres; il est très argileux et contient des lamelles spathiques, dues à des entroques. J'ai recueilli dans ce calcaire plusieurs autres fossiles qui appartiennent également à cette assise des formations jurassiques : ce sont des

Térébratules (*T. obsoleta*);
Plagiostomes (*P. punctata*);
Modioles (*ineditæ*);
Mélanie, se rapprochant de l'*hedingtonensis;*
Peignes, *pecten equivalvis;*
Pleurotomaire;
Des bélemnites (*B. sulcatus, apicicurvatus*);
Des ampullaires (*moules imparfaits*);
Et des ammonites (*A. Stokesii, Valcotii, Turneri, Humphresianus, etc.*

Outre le calcaire dont je viens de parler, on trouve à Alais même un calcaire compacte, noir, traversé dans tous les sens de nombreuses veines de calcaire spathique qui lui donnent l'aspect d'un marbre; ce calcaire est tout à fait analogue à celui qui existe en si grande abondance dans les Alpes et qui a été associé pendant long-temps au zechstein. On trouve aussi une couche de calcaire très lamellaire, composée presque entièrement d'entroques. J'ai vu ce calcaire dans plusieurs points, mais jamais dans les mêmes lieux où existait la couche contenant des gryphites, de sorte que je ne puis dire exactement sa position relative; elle doit, au reste, appartenir à la partie inférieure de cette formation, car on la trouve au dessous des calcaires marneux et des marnes, qui en forment la partie supérieure. Ces dernières roches occupent une grande surface, on les voit commencer près de Privas, et elles enveloppent presque toutes les Cévennes. On les retrouve formant des escarpemens considérables à la séparation des départemens de l'Aveyron et de la Lozère, du côté de Milhau. Ces marnes présentant dans cette partie de la France des circonstances très remarquables, je les ai décrites sous le nom de *calcaire à bélemnites*, dans un Mémoire publié dans le t. II des *Annales des mines*, nouvelle série. Je ferais donc une répétition inutile si

Calcaire avec entroques.

Les marnes sont très abondantes.

j'entrais dans des détails circonstanciés sur cette formation dans cette partie de la France, je me contenterai d'en énoncer les principaux caractères.

Marnes supérieures au lias.

§ 47. Les couches de calcaire noir ou gris de fumée, traversé d'une multitude de petits filons blancs, forment la base de la partie marneuse; au dessus, on voit un calcaire marneux noir et schisteux, rarement en couches, plutôt en vastes rognons aplatis et contigus. La surface de ces rognons devient blanchâtre par la décomposition à l'air; ils se délitent en fragmens irréguliers. Des couches nombreuses de marnes alternent avec ces calcaires marneux. Les marnes deviennent souvent dominantes; elles existent presque seules entre Aubenas et Alais: près de Saint-Brès, de Saint-Etienne de Fontbellion, on voit de belles coupes de ces marnes. Elles sont très schisteuses et se délitent facilement à l'air. Quelques unes, plus solides, donnent seulement de nombreux débris schisteux; le plus ordinairement il résulte de leur décomposition une foule de petits monticules coniques qui couvrent presque entièrement le sol, et lui communiquent une très grande aridité. Ces marnes sont très bitumineuses; elles dégagent une odeur fétide lorsqu'on les casse, cette odeur est très forte lorsqu'elles sont frappées par les rayons du soleil.

Caractères généraux de ces marnes.

Elles contiennent peu de fossiles; on y trouve quelques ammonites aplaties, des plagiostomes, des térébratules et des bélemnites. Ce dernier, plus abondant, peut être regardé comme caractéristique de cette partie supérieure du lias, circonstance qui m'a engagé à lui donner le nom de calcaire à bélemnites dans le mémoire que j'ai indiqué ci-dessus.

Métaux dans ces marnes.

Cette formation contient dans plusieurs endroits, notamment dans les environs de Durfort, de la galène, de la blende et de la calamine disséminées en petits filets et en petits amas; ces minérais sont accompagnés de baryte sulfatée et de spath-fluor : la couche qui contient ces métaux est ordinairement à l'état de dolomie, ce que l'on reconnaît à son tissu grenu et à son éclat nacré. Souvent cette dolomie a l'apparence d'une brèche ; mais on voit que cette disposition tient à des fissures nombreuses qui se sont faites dans tous les sens.

Les métaux ne sont pas répandus également dans toute l'épaisseur de cette formation ; ils se trouvent principalement aux lignes de contact avec l'arkose, qui est interposée entre eux et le granite, ou à la séparation de cette dernière roche et du calcaire. Il existe également dans l'arkose et dans les parties extérieures du granite, de sorte qu'ils paraissent être, dans ces trois

gisemens, dus à la même cause qui les aurait répandus dans ces surfaces de contact. Malheureusement il est très difficile d'observer la relation que peuvent avoir ces gisemens, à cause des terrains meubles qui proviennent de la décomposition, soit du granite, soit de l'arkose.

Gypse dans cette formation.

Dans quelques endroits, notamment à la Salle près de Saint-Hippolyte-du-Gard, cette formation paraît contenir du gypse en assez grande abondance. On voit en effet cette substance former des amas sur le calcaire à bélemnites ; ce gypse, associé avec des marnes, est rarement recouvert par le calcaire; dans les environs de Durfort, on voit un gypse tout à fait semblable intercalé dans le même terrain, de sorte qu'il n'est pas douteux qu'il n'appartienne à la formation du lias.

Couches de combustible.

Ces marnes contiennent en outre des couches de combustible analogue à la houille par ses caractères extérieurs. On en exploite dans l'arrondissement de Milhau et dans celui de Mende (Lozère). Les mines principales sont celles de Saint-George-de-Lusençon, de Cantorbe et de la Liquisse. Ces couches de houille se trouvent dans la partie supérieure de ces marnes, de sorte qu'on ne peut assurer positivement si elles appartiennent au lias, ou si elles ne dépendent pas plutôt des couches inférieu-

res du système oolitique. Le passage insensible que présentent ces deux formations dans les environs de Milhau et de Mende rend très difficile la solution de cette question : les fossiles appartiennent en partie à l'une et en partie à l'autre de ces formations : les principaux sont :

Principaux fossiles de ces marnes, etc.

Des gryphites, *gryphæa arcuata,* lias ;
———————— *obliquata*, lias et oolite ;
Des peignes (*Pect. equivalvis*, Sow.), lias ;
Térébratules (*T. obsoleta*), *id.* ;
———————— *ornitocephala*, oolite inférieure ;
Modioles inédites, *id.* ;
Melania. Hedingtonensis ?? oolite moyenne ;
Nucula clariformis, marnes du lias ;
Plicatula spinosa, id. ;
Plagiostoma punctata, lias ;
Spirifer Walcotii, *asper*, lias ;
Avicula inæquivalvis, marnes du lias.

Des bélemnites nombreuses parmi lesquelles on distingue :

B. sulcatus, *apicicurvatus*, id. ;
———— *pistiliformis* ;
Trochus imbricatus, lias ;
Turbo ornatus, id. ;
Des moules de pleurotomaires et d'ampullaires.

Une grande quantité de moules d'ammonites,

parmi lesquels on reconnaît les espèces suivantes :

A. Walcotii, Stokesii, Turneri, lias.
A. falsifer, Humphresianus, id.
A. elegans, oolite inférieure.

En suivant cette formation le long du terrain ancien, on voit qu'elle disparaît à la hauteur de Béziers. Les terrains tertiaires qui ont pris une grande extension dans cette partie du bassin secondaire ont recouvert toutes les formations jurassiques jusque près de Bruniquel, situé à la limite des départemens de l'Aveyron et de Tarn-et-Garonne. A partir de cette ville, le lias forme des escarpemens nombreux sur les bords de l'Aveyron jusqu'à Villefranche. On le voit alors presque sans interruption ceindre les montagnes du Limousin, et on le retrouve sur la pente de la Vendée, à St.-Maixent, Niort, Fontenay, Ste.-Hermine et près des Sables-d'Olonne. Souvent il ne forme qu'une lisière assez mince. Les marnes noires existent rarement : le calcaire à gryphites est souvent d'un gris jaunâtre dans cette partie de la bande et les marnes qui le recouvrent y sont aussi moins colorées.

§ 48. Les bords de l'Aveyron, depuis Bruniquel jusqu'à Villefranche, sont bordés d'escar- Bords de l'Aveyron.

pemens qui nous fournissent les moyens d'étudier la nature du calcaire à gryphites, ainsi que sa position relative avec les grès inférieurs et les formations oolitiques qui le surmontent. A une petite distance de Bruniquel, on voit le calcaire à gryphites reposer immédiatement sur le grès de la forêt de la Grésigne. Les premières couches sont grenues et dolomitiques. Cet accident dans la composition du calcaire se retrouve à Villefranche, où il est même plus prononcé. Il présente un éclat nacré un tissu grenu et friable qui le font distinguer facilement. Ces couches de dolomie sont peu épaisses et aussi régulières que les autres couches du terrain. On les retrouve sur une grande longueur; un système de marnes schisteuses brunes, friables et se délitant à l'air, recouvre immédiatement les petites couches de dolomie que l'on ne voit qu'au contact du grès. Ces marnes schisteuses, entièrement analogues à celles des Cévennes, sont pour nous une raison de rapporter ces dernières au lias. Elles contiennent en effet une grande quantité d'ammonites caractéristiques de cette formation, des bélemnites, des pentacrinites et des gryphées arquées. Les marnes qui occupent une grande épaisseur, et dans lesquelles le lit de l'Aveyron est creusé, alternent, ainsi que le repré-

sente la *fig.* 4, Pl. VII, avec des couches minces, d'un calcaire brunâtre fétide, très compacte et assez pesant. Il ressemble beaucoup au fer carbonaté des houillères; il se délite comme lui en fragmens qui, à l'air, deviennent d'un gris sale. Ils s'arrondissent par les angles, et se décomposent concentriquement. Il ne contient presque point de fer, à l'exception de celui qui provient des pyrites assez nombreuses dans ce calcaire. Ces couches solides, épaisses de 3 à 8 pouces, sont d'une régularité et d'un parallélisme parfaits. Elles sont distantes l'une de l'autre de 6 à 8 pieds. Ces marnes schisteuses alternent aussi avec des couches de lignite trop minces pour être mises à profit, mais dont la présence nous confirme dans l'opinion que nous avons émise ci-dessus, que le combustible exploité aux environs de Milhau appartenait à cette formation.

Ces couches de marne, assez inclinées à l'approche des terrains de grès, font seulement un angle de quelques degrés avec l'horizontale dans les escarpemens qui bordent l'Aveyron.

Elles sont recouvertes immédiatement par un calcaire brun, bleuâtre, fétide, très coquiller, qui passe, vers son extrémité inférieure, aux marnes schisteuses. Ce calcaire se délite à l'air en

fragmens lenticulaires, il y perd sa couleur et passe au jaunâtre. Il contient une très grande quantité de fossiles appartenant la plupart au lias, ainsi qu'on s'en convaincra par la liste que je donnerai plus bas. Ce calcaire, moins épais que les marnes, est quelquefois peu coloré, comme à Villefranche : il est alors fort esquilleux.

Un calcaire compacte, jaunâtre, très coquiller, forme la partie supérieure de cette formation ; il passe, à son extrémité inférieure, au calcaire schisteux. Il est recouvert, dans quelques endroits, par des argiles d'un gris jaunâtre un peu micacées, dont je ne saurais dire exactement l'âge géologique ; elles se lient si intimement avec celles au dessous et avec les couches qui les recouvrent, et qui dépendent de l'étage oolitique inférieur, qu'il est difficile d'assurer à laquelle des deux assises des formations jurassiques elles appartiennent. Ces argiles micacées contiennent une très grande quantité de gryphites, qui se rapportent à la gryphée *cymbium*, à la gryphée *obliquata*, *Macculochii* et *gigantea*.

Le calcaire oolitique recouvre ces argiles, nous en indiquerons la nature en parlant de ces formations, § 54.

Fossiles principaux recueillis dans les marnes de Bruniquel et des environs de Villefranche.

Des gryphées (*gryphæa arcuata, obliquata, Macculochii, cymbium et gigantea*) : ces deux dernières sont dans les couches supérieures; Analogie des fossiles avec ceux du lias.

Des peignes (*P. equivalvis*), plusieurs inédits;

Des plagiostomes (*Pl. sulcata, punctata*);

Des térébratules (*T. tetraedra, obsoleta*);

Des spirifères (*Sp. Valcotii*);

Des modioles (*M. scalprum*), deux inédites;

Des avicules (*Avic. inequivalvis*);

Des pholadomies;

Des lutraires (*Lutr. ambigua, gibbosa?*);

Des trigonies (*Trig. striata*), une inédite;

Des limes (*Lima antiqua*), une inédite;

Des pinnes marines,. . . . *id.*;

Des nucules (*Nuc. clariformis*);

Des pentacrinites (*P. caput Medusæ*);

Des bélemnites (*B. apicicurvatus, sulcatus, pistiliformis*); cette dernière est dans les couches supérieures;

Des pleurotomaires (*Pl. anglicus*);

Des trochus (*Tr. imbricatus*);

Des ammonites dont la surface est souvent pyritisée, elles sont très abondantes et fort variées; nous en avons recueilli au moins vingt

espèces différentes. Les seules que nous ayons pu reconnaître sont : l'*ammonites Valcotii*, *Turneri*, *Stokesii*, *falsifer* et *Humphresianus*.

Environs de Terrasson.

§ 49. Les marnes schisteuses que nous venons d'indiquer près de Bruniquel et de Villefranche n'accompagnent pas toujours la formation du lias; près de Terrasson on ne les voit pas, et cette formation est réduite à quelques couches de calcaire que je vais faire connaître. Il est entièrement analogue à celui de Chessy, près Lyon : il se montre couronnant les montagnes de grès bigarré; souvent la couche immédiatement en contact est dolomitique, ce que l'on reconnaît à son tissu un peu caverneux.

Les montagnes de la Gresse et d'Issandon, que j'ai déjà eu l'occasion d'indiquer en parlant du grès bigarré, Pl. VI, *fig.* 3, fournissent les meilleures coupes de ces formations. Après une couche un peu grenue, on trouve un calcaire marneux, compacte, ordinairement de couleur claire, quelquefois d'un gris de fumée assez foncé. Souvent le même bloc présente des nuances différentes, et le calcaire est alors comme marbré.

Des couches d'un calcaire compacte, jaunâtre, à cassure conchoïde, succèdent à celui-ci. On trouve ensuite un calcaire jaunâtre, carré,

contenant beaucoup d'entroques; des bélemnites, quelques ammonites, des peignes et des térébratules ; au dessus existent des couches minces d'un grès compacte, dont la position dans cette partie du bassin secondaire est assez constante. Ce grès est recouvert immédiatement par une couche de 2 à 3 mètres d'épaisseur d'un calcaire gris jaunâtre très solide, composé presque exclusivement de gryphites. Ces coquilles y sont si nombreuses, qu'à peine on peut voir le calcaire dans lequel elles sont empâtées. Ces gryphées se rapportent, d'après M. Lefroy, qui a eu la complaisance de les examiner, à l'espèce *Macculocchii ;* il est probable qu'elles appartiennent au lias : il se pourrait cependant que ces couches fissent déjà partie de l'oolite inférieure qui recouvre tout le plateau.

§ 50. Dans les environs de Confolens, de Niort et de Fontenay, les caractères du lias se rapprochent peut-être encore davantage de ceux de l'oolite inférieure que celui de Terrasson. On voit dans quelques points des couches de calcaire noir alterner avec des marnes également très bitumineuses; mais le plus ordinairement il n'existe à la partie inférieure des formations oolitiques que quelques couches de marnes grises que l'on devrait peut-être associer de préférence avec elles qu'avec le lias. Elles contien- Environs de Niort et de Fontenay.

nent ordinairement beaucoup de bélemnites, quelques gryphées se rapprochant de la gryphée arquée, et une tres grande quantité d'une petite gryphée que je n'ai vue nulle part que dans cette partie de la France : elle est striée près du crochet.

On trouve en outre dans ces marnes :

Des peignes (*P. equivalvis*) ;

Des plagiostomes (*P. gigantea?*), variété : il est un peu plus bombé) ;

Des térébratules ;

Des ammonites et des encrines, un peu différentes des pentacrines du lias.

Les formations oolitiques s'avancent presque jusqu'au terrain ancien ; lorsqu'elles ne reposent pas dessus immédiatement, on voit les couches marneuses dont je viens de parler, et souvent un grès et des roches siliceuses au dessous. Je pourrais multiplier beaucoup les exemples relatifs au lias ; mais comme cette formation présente partout les mêmes caractères, je me bornerai à ceux que je viens d'indiquer.

Formations oolitiques.

§ 51. *Des formations oolitiques.* Sur la pente de l'Ardèche et des Cévennes, ces formations ne présentent que quelques lambeaux qui recouvrent les plateaux formés par le lias. A l'époque où j'ai parcouru ce pays, je croyais qu'elles occupaient une grande partie de l'espace

compris entre les montagnes que je viens d'indiquer et le Rhône. J'ai reconnu depuis que le calcaire que je regardais comme appartenant à cet âge géologique renfermait beaucoup de coquilles du groupe de la craie, et que des calcaires semblables reposaient, dans d'autres localités, sur les assises les plus modernes des formations jurassiques.

La position de ces calcaires et la présence des coquilles qui se rapportent au groupe de la craie m'ont conduit à ranger dans ce dernier terrain beaucoup de calcaires que j'avais regardés comme oolitiques, lorsque je visitai cette partie de la France, il y a quatre ans. Il en résulte que le pays compris entre les montagnes anciennes et le Rhône serait composé principalement de lias et de calcaire correspondant aux assises les plus anciennes du terrain de craie. Il y existerait en outre quelques petits dépôts de terrains oolitiques et de terrains tertiaires.

Près d'Aubenas elles se réduisent à un calcaire à entroques

Dans cette contrée, les formations oolitiques sont représentées par un calcaire lamellaire contenant une très grande quantité d'entroques. On le voit reposer sur le lias et sur les marnes qui en dépendent et recouvrir les sommités des collines qui bordent l'Ardèche aux environs d'Aubenas; il est ordinairement rougeâtre; dans quelques endroits, il est associé à du minérai de fer

oxidé rouge en grains. Quelquefois ces couches spathiques recouvrent immédiatement le terrain ancien. Il est alors difficile de les distinguer d'une couche également très mélangée d'entroques appartenant au lias, si ce n'est par les fossiles qu'elle renferme. Près d'Uzer, ce calcaire contient une grande quantité de petits galets provenant du terrain ancien sur lequel il repose, ils sont presque tous feldspathiques. Dans cette localité, on y trouve des ammonites tellement abondantes que la roche en est quelquefois presque entièrement composée : elles appartiennent à plusieurs espèces. Les principales sont :

Ammonites elegans ;
Ammonites annulatus.

J'ai recueilli aussi quelques térébratules (*T. ornitocephala, obsoleta*). Une coquille qui me paraît devoir être rapportée au genre *modiole* et une aux *unio*, d'après la ressemblance de ce fossile avec un que j'ai recueilli près de Villefranche, ce serait l'*unio crassissimus*.

Près de la Chapelle, entre Aubenas et Uzer, le calcaire spathique rougeâtre contient des bélemnites, des térébratules, et quelques fossiles très imparfaits dont je n'ai pu reconnaître le genre ; leur surface est bituminisée. D'après les renseignemens que M. Gervois, élève ingénieur

des mines, a bien voulu me communiquer, un calcaire compacte gris clair et gris jaunâtre recouvre le calcaire spathique ; il paraît appartenir également aux formations oolitiques.

§ 52. En continuant à suivre la lisière des terrains anciens, les formations oolitiques prennent une plus grande extension; elles montrent des couches supérieures à celles que je viens d'indiquer, mais appartenant toujours à l'étage inférieur, le seul qui existe dans cette partie de la France. En allant des environs de la Salle ou de Saint-Hippolyte du Gard vers Cette, à travers la montagne du Causse, on voit cette formation sur une grande épaisseur, et avec des caractères constamment les mêmes. Les couches oolitiques reposent en stratification concordante sur le lias, qui est assez fortement incliné aux environs de Saint-Hippolyte (de 30 à 40° vers le sud-est). Cette inclinaison diminue peu à peu en avançant vers la mer, et à Montpellier les couches ne sont pas loin de l'horizontalité. La limite entre le lias et les couches oolitiques est assez difficile à saisir; cependant vu d'une certaine distance, on s'aperçoit très bien, à la couleur du terrain, que les collines qui se trouvent sur la rive gauche de la Vidourle passant à Saint Hippolyte sont différentes de celles qui surmontent la rive droite. Celles-ci se ratta-

Formations oolitiques entre Saint-Hippolyte et Montpellier.

Étage inférieur.

chent à la montagne du Causse, la plus élevée du pays, composée entièrement de l'étage oolitique inférieur.

Le calcaire qui se trouve à la base de ces escarpemens est très marneux ; ordinairement bleuâtre, il se délite facilement et passe à des marnes, quelquefois un peu micacées; cette circonstance est analogue à celle observée, aux environs de Milhau et de Villefranche, dans des marnes placées à la séparation du lias et des couches oolitiques. Ces marnes contiennent des parties plus dures que la pâte sous forme de rognons: les fossiles sont rares, je n'y ai vu que quelques térébratules, des ammonites peu nombreuses, toujours aplaties, et un moule de coquille turitellée.

La montée qui conduit du bourg de Pompignan au vaste plateau du Causse présente une alternative réitérée de ces marnes et de couches de calcaire marneux. Ce plateau et le massif qui le surmonte, connu sous le nom de l'*Hermitage-aux-loups*, sont formés de calcaire compacte un peu esquilleux, et de calcaire qui se délite en plaques assez épaisses. Ce dernier est oolitique, ses grains, fort irréguliers, sont compactes, et la pâte qui les enveloppe est un peu spathique. Au milieu du calcaire compacte il existe quelques couches oolitiques dont les

grains, qui font corps avec la pâte, ne s'aperçoivent qu'à une légère différence dans la teinte; lorsque le calcaire est un peu ferrugineux, les grains oolitiques ressortent davantage.

En descendant au sud pour se diriger vers Montpellier, les couches, coupées presque à pic, présentent des escarpemens considérables, dans lesquels on ne voit absolument que du calcaire compacte, jaunâtre, quelquefois esquilleux. Vers le bas, il existe une petite couche de calcaire très chargée d'oxide de fer, et qui passe à du minérai de fer oxidé rouge en grains; au bas de ces escarpemens, on retrouve du calcaire marneux et des marnes argileuses, qui forment le sol du pays presque plat, situé entre Valflaunes et Montpellier; elles sont seulement recouvertes dans quelques points par un conglomérat calcaire très moderne. Les calcaires compactes dont je viens de parler se prolongent jusqu'à la mer. C'est dans cette roche qu'existe la brèche osseuse de Cette, elle y remplit une fente; dans cette espèce d'avancement, le calcaire compacte est plus dur et plus esquilleux, il est même quelquefois dolomitique, comme à Cette. Dans l'espace assez considérable que je viens d'indiquer, le calcaire ne contient que très peu de fossiles; je n'ai recueilli en deux jours que quelques ammonites imparfaites, et cependant j'ai vu une quan-

Marnes et calcaire marneux.

tité innombrable d'échantillons, les rochers étant partout à nu et le terrain tellement recouvert de fragmens de calcaire que toute végétation est impossible. Les escarpemens à pic de la montagne du Causse m'ont de plus permis d'observer un grand nombre de couches, ayant, il est vrai, la plus grande uniformité.

Étage oolitique inférieur entre Montpellier et Bédarieux.

§ 53. On marche constamment sur les mêmes couches calcaires jusqu'aux environs de Bédarieux; elles disparaissent alors sous les formations tertiaires, qui s'avancent dans presque toute la longueur de la montagne Noire jusqu'aux montagnes granitiques. Les formations calcaires se montrent de nouveau près de Caussade et forment une bande continue jusqu'à l'Océan. Elles y sont beaucoup plus développées que sur la pente Est du terrain ancien, et présentent souvent les différens étages que l'on observe dans le nord de la France et en Angleterre.

Étage inférieur près Villefranche.

§ 54. Près de Villefranche, j'ai indiqué, à l'article relatif au lias, que l'on trouvait une couche argileuse micacée, qui contenait une assez grande quantité de gryphées, les unes appartenant à la gryphée oblique, les autres à la gryphée cymbium.

Argile micacée avec gryphées cymbium.

Ces marnes me paraissent être la séparation des formations oolitiques et du lias; elles contiennent quelques nodules endurcis, dans lesquels il existe des bélemnites assez nombreuses, et des

moules de plusieurs autres fossiles qui paraissent appartenir à l'étage inférieur de l'oolite; souvent la surface de ces moules est recouverte de très petits cristaux de chaux carbonatée, de sorte qu'ils sont difficiles à reconnaître.

Ces couches argileuses, que l'on pourrait peut-être comparer au sable de l'oolite inférieure, fournissent, dans plusieurs endroits, une argile propre à la fabrication des briques. Elles s'élèvent rarement au dessus du sol; cependant un peu après Villeneuve, on les voit, sur une épaisseur d'une vingtaine de pieds environ, dans une coupure faite pour la grande route de Villefranche à Figeac. L'argile est immédiatement recouverte, dans cet endroit, par un calcaire lamellaire brun rougeâtre très cristallin, dans lequel elle se fond; c'est à dire qu'on voit au milieu de cette argile des rognons de calcaire lamellaire, qui deviennent plus abondans à mesure qu'on s'élève et qui forment une épaisseur d'une centaine de pieds. Cette roche singulière, analogue au calcaire lamellaire que nous avons indiqué près d'Aubenas, est constante dans cette partie du bassin secondaire. On voit très distinctement sa position relative dans les escarpemens qui bordent l'Aveyron près de Bruniquel; il en occupe le centre ainsi que le représente la *fig.* 3, Pl. VII; il recouvre le lias dans

lequel le lit de la rivière est creusé, et les calcaires compactes qui appartiennent à l'étage inférieur de l'oolite couronnent les sommités.

Ce calcaire n'est presque pas stratifié, il a l'air d'avoir été formé par une cristallisation en masse d'une dissolution chargée de beaucoup de parties sablonneuses. Il est difficile de croire que son tissu lamelleux soit dû au remplacement de corps marins, comme des entroques, les lames ayant souvent une assez grande surface. Il s'altère et se désagrège facilement; les surfaces long-temps exposées à l'air prennent un aspect qui tient à la fois de celui de la structure oolitique et arénacée. Il est fréquemment pénétré de cavités plus ou moins considérables; il y existe une foule de grottes. La facilité avec laquelle il se détruit est sans doute la cause de la forme en surplomb qu'il donne aux escarpemens, ainsi que cela est indiqué dans la *fig.* 4.

Le plus ordinairement, ce calcaire lamellaire est recouvert immédiatement par de nombreuses couches de calcaire compacte, tantôt un peu argileux, tantôt dur et esquilleux. Quelques unes de ces couches sont légèrement oolitiques; les oolites, compactes comme la pâte, se distinguent mieux quand le calcaire a été long-temps exposé à l'action de l'air. Les minérais de fer remplissent souvent des cavités à la surface de ce calcaire.

ceux qui alimentent l'usine de Bruniquel sont dans cette position.

Le calcaire oolitique est ordinairement peu développé dans ces escarpemens; cependant à Mauriac, situé à peu près à une demi-lieue de Villeneuve, son épaisseur est assez considérable, et il fournit des pierres de taille de bonne qualité. Dans les carrières exploitées près de ce village, on voit les couches à découvert sur à peu près 25 pieds de puissance. Les plus inférieures sont composées d'une oolite blanche, très régulière, dont les grains ronds, de dimensions uniformes, sont gros au plus comme la tête d'une épingle; ils sont terreux comme on le voit assez habituellement dans l'oolite de cet étage. Cette oolite forme plusieurs couches de 2 à 3 pieds de puissance; elle contient très peu de fossiles, j'y ai recueilli seulement quelques térébratules plissées; elle est pénétrée d'une assez grande quantité de petites géodes de chaux carbonatée. Les couches supérieures des carrières de Mauriac sont aussi oolitiques; mais leurs grains, moins réguliers, sont souvent compactes et se confondent avec la pâte, qui est légèrement colorée en rouge. On trouve dans cette couche supérieure une assez grande quantité de fossiles, surtout à sa surface, couverte d'inégalités, dues la plupart à des madrépores

Couches oolitiques à Mauriac.

saillans. Cette couche m'a semblé assez analogue au calcaire à polypiers qui forme la partie supérieure des carrières de Caen; elle correspondrait alors au *corn-brash* des formations anglaises.

Oolite avec polypiers. Corn-brash?

Les fossiles que j'ai recueillis dans ce calcaire sont :

Des peignes (*pecten obscurus*, *P. fibrosus*, variété, peut-être même une espèce nouvelle : un autre *inédit*);

Des térébratules (*terebratula subrotunda*, *perovalis*, *tetraedra* et *concinna*);

Des plagiostomes (*P. punctata ?... ovalis*);

Des modioles (*M. cuneata?*);

Des unios (*U. crassissimus*);

Des moules de mélanies (*M. striata?*);

Des ammonites très rares (*Am. annulatus?*);

Des patelles *inédites;*

Des oursins très petits, ils sont à la surface de la couche supérieure;

Quelques branches informes de madrépores et des sections d'encrines.

Couche de fer oolitique dans l'étage inférieur.

C'est à cette couche que l'on doit rapporter l'oolite ferrugineuse qui forme une couche régulière dans ce terrain. On la retrouve en plusieurs points, notamment à Montbazens, près Aubin, et sur les bords du Lot, où elle est exploitée pour le service des usines établies récemment dans l'Aveyron. Outre cette oolite ferrugineuse, dans laquelle le

métal est à l'état d'oxide rouge et de silicate de peroxide, il existe aussi une couche d'un minérai de fer d'un gris verdâtre, qui est également un silicate de fer. Ce minérai est entièrement semblable à celui d'Aumets, traité dans les usines de M. de Vendel, près de Metz : il se trouve aussi dans une position analogue. Le minérai de fer rouge contient quelques térébratules (*T. concinna? ornithocephala*) et des ammonites.

Des couches de calcaire compacte très schisteux recouvrent tout le terrain des environs de Mauriac, et occupent la partie supérieure des carrières. Il donne des plaques assez grandes, dont les habitans se servent pour couvrir leurs cabanes et pour former des séparations dans les champs.

Si de Villeneuve on se dirige vers Cahors, en côtoyant le plus possible le Lot, on suit constamment les escarpemens à pic qui surmontent ses rives. Jusqu'à Saint-Cricq, on voit une très grande uniformité dans ces escarpemens. Ils sont composés de couches de calcaire compacte d'un gris clair, alternant avec des couches de calcaire compacte un peu argileux. Ces couches, dont l'épaisseur moyenne est à peu près de 8 pouces, présentent une grande régularité; on les voit se prolonger sur les deux rives du Lot.

Les sommités sont recouvertes par un calcaire

oolitique dont les grains sont assez rares. Il se délite en petites plaques par l'action des changemens de saison. Le manque presque total de fossiles dans les couches de calcaire compacte qui forment le bas des escarpemens empêche de reconnaître la place qu'elles occupent dans le système oolitique; mais la continuité que ces couches présentent avec celles de Villefranche et de la Madeleine, situées plus haut sur les bords du Lot, les fait rapporter à l'étage oolitique inférieur. Ce calcaire renferme, près du village de Cadrieu, une couche de combustible de mauvaise qualité. Il occupe le bas de l'escarpement, et se trouve entre deux couches de calcaire compacte gris, sans intermédiaire d'argile schisteuse noire bitumineuse. La puissance de la couche est environ de 2 pieds $\frac{1}{2}$; le centre, sur une épaisseur d'à peu près 15 pouces, est de charbon assez parfait, mais mélangé de pyrites. Les parties supérieure et inférieure sont un lignite, dans lequel on aperçoit encore le tissu ligneux; les pyrites y sont très abondantes, elles se décomposent à l'air, et détériorent le charbon qu'il faut consommer presque à mesure qu'on l'exploite. Cette couche se prolonge sur une étendue de 2 kilomètres environ dans les escarpemens qui bordent le Lot: on la retrouve près Cajarc, et à Vessiers sur l'autre rive du Lot. Après ce lieu, on ne la voit plus; les

Couche de combustible dans l'étage inférieur.

couches plongeant vers le sud-ouest; sa régularité fait présumer qu'elle s'enfonce avec le terrain.

Un peu avant d'arriver à Saint-Cricq, le calcaire oolitique, qui ne formait que les sommités, existe au bas des escarpemens, il n'occupe qu'une faible épaisseur; il est recouvert immédiatement par des couches de calcaire compacte, plus argileux que celui de Cadrieu, un peu bitumineux et présentant une cassure terreuse. Ces couches de calcaire alternent avec des marnes schisteuses fort abondantes; quelquefois aussi, comme aux environs de Vers, ces couches schisteuses sont associées à des couches argileuses blanches. Le calcaire compacte est néanmoins la partie dominante de tout ce pays. Les coquilles, sans être nombreuses dans ces couches compactes, sont cependant plus abondantes que dans les couches oolitiques qui existent avant Saint-Cricq. Nous y avons trouvé des moules

Etage moyen! Entre Cadrieu et Cahors.

De térébratules (*T. perovalis*);
De plagiostomes (*Pl. lævisculum*);
De nérinées;
De lutraires (*Lutraria ambigua*);
De pinnes marines;
Et quelques polypiers.

Nous avons recueilli dans plusieurs endroits

des plaques minces très schisteuses, contenant des empreintes de petites coquilles imparfaites qui paraissent être des nucules. Nous les avons retrouvées constamment dans la même position dans plusieurs endroits. La surface de ce calcaire est recouverte de rugosités spathiques paraissant dues à des fossiles; on y distingue de petites coquilles spirées, probablement de nérinées et quelques petits corps analogues à des coraux. Les coquilles que je viens de citer ne sont pas précisément caractéristiques, mais cependant elles existent dans l'étage oolitique moyen. C'est aussi à cette assise que nous rapportons les couches qui les contiennent, moins par la présence de ces fossiles, que par leur position entre les calcaires que nous avons indiqués près de Villefranche, de Mauriac et de Villeneuve, comme appartenant à l'étage inférieur, et ceux de Cahors qui font partie de l'oolite supérieure. Dans ce cas, l'étage moyen serait représenté ici seulement par des couches de calcaire compacte et de calcaire marneux.

Environs de Cahors.

La ville de Cahors, située sur les bords du Lot, est environnée de tous côtés d'escarpemens à pic fort élevés de calcaire compacte argileux. Si on ne considérait que les caractères extérieurs de ce calcaire, on serait porté à le regarder comme appartenant aux parties anciennes des formations

oolitiques, surtout quand on pense qu'il n'existe presque aucune transition entre cette roche et les calcaires que nous avons indiqués comme représentant l'étage inférieur. Mais la présence de certains fossiles nous conduit à l'associer à l'étage le plus moderne. Ce rapprochement est presque changé en certitude si on suit les formations jurassiques depuis Cahors jusqu'à la mer.

Etage supérieur.

Dans le bas des escarpemens, le calcaire est compacte, d'un gris jaunâtre assez clair; il forme des couches régulières de 8 à 20 pouces de puissance, séparées seulement par des lits très minces d'argile; les couches sont presque horizontales : cependant quand on les voit sur une grande étendue en même temps, on reconnaît qu'elles plongent vers le sud-ouest, de sorte qu'en avançant dans cette direction on marche sur des couches plus modernes. Ce calcaire présente rarement des filons spathiques; dans ce cas, ils sont très minces et souvent perceptibles seulement par le sens de la cassure. A une certaine hauteur des escarpemens, il existe une couche de marne schisteuse d'un gris foncé, paraissant contenir beaucoup de bitume, pétrie d'une immensité de petites gryphées de l'espèce *gryphæa virgula;* elles y sont tellement abondantes, que lorsque la marne est enlevée à la surface, les gryphées

se touchent de tous côtés et forment pour ainsi dire le squelette de la couche. On voit cette couche dans la montée de la grande route de Paris, à un quart d'heure environ du pied de la côte. Outre les gryphées, on trouve encore dans cette marne des térébratules (*T. perovalis*). Les couches qui recouvrent les petites gryphées sont moins régulières que celles du dessous; elles sont souvent composées de parties tendres et de parties dures qui se décomposent inégalement; elles sont très fétides et paraissent bitumineuses. Les gryphées virgulées se prolongent dans les calcaires supérieurs à la couche de marne; on les retrouve aussi sur une grande épaisseur dans ceux qu'elles recouvrent, elles y sont à la vérité fort rares; il y existe en outre quelques autres fossiles, dont les principaux sont des pinnes marines (*pinna granulata?*) des mytilus (*mytilus solenoides*), pholadomies (*Ph. acuticosta*), et des nérinées qui paraissent appartenir à des espèces inédites. Dans l'escarpement sur lequel est bâti le château de Mercues, en descendant le Lot, les couches marneuses à gryphées virgulées sont très chargées de bitume et passent dans quelques endroits à un lignite terreux. A une petite distance du pont de Rodes, la même couche est aussi très chargée de matières végétales; partout elle se présente à peu près avec la même épais-

Argile avec gryphées virgulées très abondantes.

Lignite dans cette argile.

seur, et dans la même position relativement aux couches qu'elle recouvre et à celles qui lui sont supérieures.

Comparaison avec l'argile de Kimméridge.

La gryphée virgulée existe dans les marnes bleues de Honfleur, correspondantes à l'argile de Kimméridge, couche qui sépare l'étage oolitique moyen du supérieur. D'après sa position constante à l'extrémité des formations oolitiques dans cette partie de la France (ainsi que nous le ferons ressortir dans les différens exemples que nous allons donner), nous sommes conduit à regarder ce fossile comme caractéristique de l'étage supérieur; seulement sa présence dans les couches qui se trouvent au-dessous des marnes, où elle existe principalement, fait voir que le dépôt des formations oolitiques a eu lieu sans interruption, et que cette espèce commençait déjà à paraître dans les mers un peu avant la formation de l'étage supérieur du calcaire du Jura. Cet étage presque partout est réduit à ces couches.

Environs de Souillac.

§ 55. Les escarpemens nombreux qui encaissent la Dordogne, aux environs de Souillac, présentent à la fois des calcaires compactes et des calcaires oolitiques, qui paraissent appartenir à l'étage moyen des formations oolitiques. En les suivant jusqu'aux montagnes anciennes, on retrouve les couches inférieures de ces terrains,

qui atteignent une grande épaisseur. L'étage moyen est aussi beaucoup plus développé que dans les environs de Cahors. Après avoir traversé des calcaires gris assez foncé et des couches de calcaire compacte esquilleux, que nous regardons comme appartenant à l'oolite inférieure, on trouve des calcaires marneux, souvent schisteux, se délitant en plaques, au milieu desquels on voit quelques fossiles assez rares et difficiles à déterminer à cause de leur imperfection. Ceux que j'ai recueillis sont des térébratules, des lutraires (*L. ambigua*), des pholadomies (*Ph. Proteii*) et des isocardes (*I. transversa*) : j'y ai trouvé aussi des plaques contenant de petites *nucules* comme sur les bords du Lot.

Près de Souillac, les couches deviennent oolitiques; elles sont très développées dans les escarpemens qui bordent la Dordogne; on peut les étudier aussi avec détail en suivant le sentier qui conduit à Sarlat en passant par Peyrillac et Carlus, où de nombreuses carrières ont été ouvertes pour la construction du pont de Souillac.

Les couches inférieures près de Souillac sont composées d'un calcaire compacte jaunâtre à cassure conchoïde, analogue, par ses caractères extérieurs, avec la pierre lithographique. On voit au dessus une oolite imparfaite, dans laquelle les grains sont tantôt ronds, tantôt irréguliers.

La masse de ce calcaire, vue à la loupe, est un peu cristalline, comme si les grains étaient agglutinés par un ciment spathique. Les grains oolitiques, quelquefois très serrés, sont souvent éloignés les uns des autres, et l'on voit dans un même bloc des parties oolitiques et des parties compactes. Les couches oolitiques sont intercalées dans des couches compactes, auxquelles elles passent ; de sorte que certains calcaires qui paraissent entièrement compactes à l'œil nu offrent, quand on les regarde à la loupe, des parties compactes, arrondies, semblables à des grains d'oolite. Elles sont recouvertes par du calcaire également compacte, à cassure terreuse, et mélangé de parties spathiques ; il est traversé par de petits filons très minces, que l'on aperçoit seulement comme une ligne, mais qui déterminent la cassure suivant leur direction. Enfin on trouve, sur le sommet des coteaux et principalement près de Carlus, un calcaire compacte, esquilleux, formant des plaques assez minces. Il est très analogue à celui que nous avons déjà indiqué à plusieurs reprises, et contient de même des empreintes de nucules.

Étage moyen? De l'oolite.

Les fossiles sont peu abondans dans ce groupe, les calcaires compactes lithographiques nous ont paru en être entièrement dépourvus ; au milieu de l'oolite on voit seulement quelques térébra-

tules plissées; des peignes (*P. obscurus*), et quelques tiges de coraux. Nous avons recueilli dans les calcaires compactes terreux deux ou trois échantillons de lutraires (*L. ambigua*), un moule de pholadomie et un oursin.

Le peu de fossiles que les calcaires des environs de Souillac contiennent, et la continuité qui existe entre eux et les calcaires inférieurs ne permettent pas d'assurer positivement la position qu'ils occupent; cependant, d'après l'ensemble de leurs caractères et surtout l'analogie qu'ils présentent avec ce que nous avons observé dans des parties où il était plus facile de reconnaître l'âge relatif des formations oolitiques, nous pensons qu'on doit le rapporter à l'étage moyen de ce groupe de formation.

Les sables de la craie reposent sur l'étage moyen.

C'est sur cet étage que reposent les sables inférieurs de la craie, de manière qu'ils paraissent avoir couvert la partie supérieure des formations oolitiques que l'on voit encore au Peyrat, distant seulement de quelques lieues de Souillac.

Formations entre Nontron et Angoulême.

§ 56. Entre Nontron et Angoulême, cette ville et Confolens, la bande de calcaire oolitique est fort épaisse, et les divisions qu'elle présente sont plus tranchées. Nous avons déjà dit que près de Confolens il existait immédiatement sur le terrain ancien un grès contenant de la

galène disséminée dans sa masse. Le même phénomène se représente à Noutron. Cette bande est fort mince, le grès, quelquefois très solide, est presque entièrement siliceux. C'est dans cette variété que l'on a fait des recherches de galène; lorsqu'il est peu adhérent, il est associé à des argiles qui contiennent du minérai de fer en grande quantité; minérai qui est généralement regardé comme d'alluvion, mais qui appartient à cette formation à peu près de l'âge du lias. Le grès est recouvert immédiatement par des couches horizontales d'un calcaire dur, à l'état de dolomie. Il est composé de grains très fins, ayant un peu l'éclat nacré, et il présente une infinité de petits trous. Ces couches, épaisses de 15 à 18 pouces, sont fort régulières; on les retrouve sur une longueur de plus de deux lieues dans une position constante et avec une puissance uniforme. Rien dans la position de cette roche ne présente d'irrégularité; elle renferme quelques moules assez rares et des impressions de coquilles difficiles à déterminer, à cause de la rugosité de leur surface, hérissée de très petits cristaux rhomboédriques; cependant on reconnaît facilement des pecten, des térébratules et des nériuées. Immédiatement au dessus, existent des couches d'un calcaire caverneux, contenant une très grande quantité de silex, les uns formant des rognons isolés qui se sé-

Arkose, dolomie, étage inférieur de l'oolite.

parent très facilement de la roche, les autres au contraire se pénétrant de calcaire vers leurs extrémités et se fondant pour ainsi dire avec elle. Ces silex sont généralement assez foncés; la partie inférieure de ce calcaire caverneux est aussi à l'état de dolomie. Il forme une assez grande épaisseur, car on le retrouve jusqu'auprès de Javerlach, situé à peu près à deux lieues de Nontron, et les couches sont assez inclinées vers ce bourg, qui est au nord-ouest. Des couches de calcaire compacte succèdent à celui qui contient beaucoup de silex; elles sont recouvertes elles-mêmes par du calcaire oolitique, dans lequel les grains sont assez fins et assez réguliers; souvent même ils sont compactes et ne peuvent se détacher de la pâte. Il y a cependant quelques couches minces, dans lesquelles les grains sont peu adhérens; le calcaire alors marneux se délite à la gelée et ne donne qu'une très mauvaise pierre de taille. Les autres couches oolitiques fournissent au contraire d'excellens matériaux pour les constructions, aussi y voit-on de nombreuses carrières. Le calcaire est souvent schisteux en grand, de manière à donner des plaques. Ces calcaires compactes et oolitiques ne présentent presque pas de fossiles, du moins nous n'avons pas été assez heureux, M. Debilly et moi, pour en recueillir, quoique nous en ayons

Silex abondans dans le calcaire.

cherché avec beaucoup de soin. La chaîne de collines qui forme l'étage oolitique inférieur s'abaisse en avançant vers Marthon, et près de ce bourg, les escarpemens qui bordent la rive droite du Bandiat cessent; au contraire, un second chaînon, parallèle au premier, s'élève sur la rive gauche. On voit, par l'inclinaison du terrain qui est vers le sud-ouest, que les couches qui composent le second chaînon sont plus modernes que celles que nous venons de décrire. Le calcaire est encore oolitique; mais ses grains, au lieu d'être réguliers, sont de grosseurs très variables et faciles à désagréger. Ces couches sont associées avec des couches d'un calcaire blanc terreux, qui contient près de Grassac et de l'Age-Martin une très grande quantité de polypiers formant des espèces de bancs. Ces polypiers sont toujours transformés à l'état spathique, ils sont ordinairement baccillaires, et l'on aperçoit très bien leur structure étoilée. En comparant ces fossiles avec ceux qui existent en si grande abondance dans le coral-rag des Anglais, on n'aperçoit aucune différence entre eux, de sorte que la position de ces fossiles et leur nature conduisent à assimiler les couches qui les renferment dans l'un et l'autre pays. Outre les polypiers, on trouve quelques plagiostomes (*Pl. lævisculum*), des peignes, et une très grande quantité d'encrines. On ne rencontre

Étage moyen à Marthon.

Couches à polypiers correspondant au coral-rag

plus ces fossiles après l'Age-Martin ; le calcaire qui les contenait est recouvert par des couches fort régulières d'un calcaire oolitique blanc terreux, dans lequel les oolites sont à grains fort irréguliers. Ce calcaire se désagrège assez facilement, néanmoins il fournit de bonnes pierres de taille : on y rencontre quelques fossiles; de petits plagiostomes sont les coquilles les plus abondantes; on y trouve aussi quelques moules de cardium et de nérinées. Nous avons recueilli deux ou trois nérinées ayant leur têt, et quelques unes transformées à l'état spathique. Ces dernières sont à la surface de plaques, et présentent la plus grande analogie avec celles que nous avons indiquées près de Cahors. Ces calcaires oolitiques blancs et tendres occupent une assez grande étendue, ils forment un plateau considérable entre l'Age-Martin et Bouex, ainsi qu'on le voit sur la *fig.* 2, Pl. VII, qui représente la suite des terrains de Nontron à Angoulême.

Couches oolitiques dans l'étage moyen.

Près de Bouex, les collines s'abaissent, le calcaire oolitique cesse, et un calcaire compacte argileux, entièrement semblable à celui de Cahors, forme le pays entre Bouex et le village de Sainte-Catherine, où commencent les grès inférieurs de la craie. Le calcaire marneux contient quelques petites gryphées virgulées, disséminées dans la pâte, comme nous l'avons indiqué près de Ca-

Etage supérieur, argile

hors. Nous n'avons pas vu dans la coupe que nous indiquons la couche de marne qui contient ce fossile en si grande abondance, mais en suivant la lisière des terrains de craie, on la trouve très développée entre Angoulême et Ruelle. avec gryphées virgulées.

§ 57. Si d'Angoulême nous nous dirigeons vers Confolens, nous retrouvons les couches dans une position inverse. A la formation crayeuse qui se prolonge presque jusqu'à la vallée de la Touvre, succèdent des marnes contenant une très grande quantité de gryphées virgulées : le calcaire immédiatement inférieur en contient encore une très grande quantité, et ce fossile se prolonge ainsi sur une certaine épaisseur. Des couches de marnes et de calcaire viennent ensuite, celles-ci sont fort épaisses. Le calcaire forme des couches assez minces; il se décompose en fragmens arrondis, de manière que ces couches paraissent être composées de rognons; nous y avons observé quelques fossiles : les principaux sont des Formations oolitiques entre Confolens et Angoulême. Etage supérieur.

Myes (*mya mandibulata*);
Pholadomies (*Ph. acuticosta*);
Mytilus (*M. solenoides*).

Un calcaire compacte, jaunâtre, très solide, succède aux couches marneuses; il contient une très grande quantité de polypiers semblables à

ceux des environs de Marthon par les espèces auxquelles ils se rapportent, et par leur tissu spathique. La forêt de la Braconne, qui se prolonge presque jusqu'à la Rochefoucault, présente une quantité prodigieuse de ces fossiles.

Etage moyen. Coral-rag.

Audessus, le calcaire commence à être oolitique; un peu plus loin, près de Saint-Constant, il existe des carrières dans lesquelles on exploite des couches de calcaire oolitique à grains égaux et très réguliers. Il est pénétré de nombreuses géodes de calcaire spathique. Le calcaire à texture oolitique se prolonge jusqu'à plusieurs lieues au delà de la Rochefoucault, un peu plus loin que Chasseneuil. Il lui succède un calcaire contenant une très grande quantité de silex analogue à celui que nous avons indiqué ci-dessus entre Nontron et Marthon. Enfin, en continuant à s'avancer vers le terrain ancien, on trouve du lias et les grès qui lui sont inférieurs.

Etage inférieur. Silex très abondant.

Comparaison entre les deux coupes précédentes.

§ 58. En comparant cette coupe avec celle qui précède, on voit qu'on trouve d'abord à la limite des terrains anciens un calcaire avec silex, puis des couches considérables de calcaire oolitique dont les caractères extérieurs nous conduisent à le rapprocher de l'étage oolitique inférieur; on traverse ensuite des couches de calcaire contenant une très grande quantité de polypiers, associé avec du calcaire oolitique un peu terreux, et formé

d'oolites irrégulières souvent assez grosses; des calcaires marneux alternant avec des couches de marnes succèdent aux calcaires contenant des polypiers; enfin le tout est recouvert par des marnes caractérisées par une abondance prodigieuse de petites gryphées virgulées. Cet ordre constant et les caractères des fossiles et des roches conduisent à supposer que les calcaires siliceux et les couches oolitiques qui les recouvrent, ainsi que les calcaires schisteux qui existent fréquemment au dessus, appartiennent à l'étage oolitique inférieur; que les couches de calcaire avec polypiers, les oolites blanches et irrégulières qui leur sont associées, et les couches de calcaire marneux et de marnes qui lui succèdent, représentent l'étage moyen; enfin que les marnes avec gryphées virgulées doivent être regardées comme représentant l'étage supérieur du système jurassique.

Formations oolitiques entre Poitiers et Angoulême.

§ 59. A Angoulême, la bande du calcaire jurassique atteint une grande épaisseur, et forme une véritable chaîne qui sépare le bassin de craie de Paris de celui de la Saintonge. Elle présente une double pente, de manière que tous les ruisseaux qui sont au nord de la route de Confolens à Niort, en passant par Civray et Melle, versent leurs eaux dans la Loire, et ceux qui sont au sud viennent au contraire se réunir à la Charente. Le

centre de cette chaîne est un plateau assez large, sur lequel est tracée la route que je viens d'indiquer. Il est composé de la partie inférieure de l'oolite, tandis que l'on voit sur les deux pentes l'étage moyen et l'étage supérieur. Le lias, qui forme une bande très mince, mais presque continue sur la limite du terrain ancien, ne se retrouve pas au centre de cette chaîne. Les couches plongent, les unes vers le nord, les autres vers le sud, sous une inclinaison assez faible, à la vérité, de 3 à 4 degrés. Cette disposition remarquable prouve que l'ordre que nous avons indiqué dans les formations oolitiques existe réellement, puisque les couches se représentent avec la même régularité des deux côtés de la chaîne.

Elles présentent une double pente.

Etage inférieur avec silex à Poitiers.

En allant de Poitiers à Angoulême, on peut, sans presque s'écarter de la route, étudier toutes les couches oolitiques. Les environs de Poitiers sont formés de l'étage inférieur. Les nombreux escarpemens qui entourent la ville, placée dans une espèce de presqu'île, présentent une très grande uniformité; les couches au niveau du Clain sont compactes et légèrement oolitiques : les oolites sont même compactes et se distinguent quelquefois assez difficilement de la pâte. Ce calcaire contient beaucoup de parties spathiques; ses couches, qui peuvent avoir d'un pied de puissance, sont fort régulières. En s'élevant dans les escarpe-

mens, le calcaire cesse d'être oolitique; il est terreux, jaunâtre, tendre et dur par parties. Il contient de nombreux rognons de silex qui y forment presque des couches, tant ils sont abondans et placés près l'un de l'autre. Ces silex, de forme tuberculeuse, se fondent souvent dans la pâte du calcaire, auquel ils donnent une très grande dureté, et ne peuvent en être séparés. La décomposition de ces calcaires, dont une partie est tendre, est fort irrégulière et présente des aspérités assez grandes. A la seule inspection de ces couches calcaires, on les rapporterait peut-être plutôt à l'étage moyen des formations oolitiques qu'à l'étage inférieur; mais la succession des couches entre Nontron et Angoulême, entre cette ville et Confolens, nous montre que le calcaire contenant des silex en abondance s'est trouvé toujours inférieur au calcaire caractérisé par la présence des polypiers. En outre, on suit cette bande de calcaire siliceux sans interruption, depuis Nontron jusqu'à Poitiers, de sorte qu'il n'est pas douteux qu'il soit inférieur à celui-ci. Les fossiles sont très rares dans les escarpemens qui entourent Poitiers; nous n'y avons vu que quelques fragmens de coquilles fibreuses. A une petite distance de cette ville, sur la route de Parthenay, des couches qui paraissent un peu supérieures à celles de Poitiers contiennent beau-

coup d'ammonites et plusieurs coquilles bivalves.

Le calcaire de Poitiers se prolonge encore un peu au nord de cette ville, presque jusqu'au contact des grès inférieurs de la craie, qui n'en est séparée que par une bande très mince de l'étage oolitique moyen. Si on suit cette bande de calcaire un peu plus à l'Est, on voit très distinctement le calcaire avec polypiers, qui correspond au coral-rag, et les marnes avec gryphées virgulées reposer dessus.

Le calcaire avec silex se prolonge à plusieurs lieues au sud de Poitiers; on le voit constamment former les rives du Clain, il existe également, jusqu'à moitié chemin de Vivone à Couhé, dans les nombreuses coupures que présente la petite rivière qui traverse Vivone. Dans cet intervalle, qui a près de dix lieues, le calcaire présente une grande uniformité. Seulement, nous l'avons vu, près de Ruffigny, associé à des couches de dolomie qui sont épaisses et régulières; elles sont exploitées pour pierre de taille. Le calcaire est grenu, à grains très fins, brillans, un peu nacré : très dur intérieurement, il se désagrège dans les parties extérieures des couches, et tombe en sable; on le prendrait alors plutôt pour un grès que pour une roche cristalline. Cette dolomie, outre la régularité qu'elle présente,

contient aussi quelques fossiles, dans lesquels le têt est entièrement détruit : nous y avons recueilli des empreintes de plagiostomes fort petits et des moules de térébratules. Dolomie en couches réglées.

On voit encore des dolomies aux Roches près Marie; d'après la direction des couches et leur régularité, on pourrait les regarder comme le prolongement de celles de Ruffigny, qui se trouvent à peu près sur le même parallèle. Elles affectent de même une grande régularité : on peut les suivre sans interruption jusqu'à Saint-Benoist, c'est à dire sur près de trois lieues. Dans une coupure faite près du pont des Roches, on voit deux couches de dolomie ; celle au niveau de la rivière est grenue, à grains extrêmement fins, et contient beaucoup de silex noirs qui se fondent dans la pâte de la roche. Elle est recouverte par une couche de calcaire grenu jaunâtre, se laissant désagréger facilement, également dolomique. Un calcaire caverneux, jaunâtre, recouvre celui-ci; enfin, la surface est formée par une seconde couche de dolomie, sans silex, un peu moins régulière que la couche inférieure.

La position de ces dolomies a peut-être quelque rapport avec un petit îlot granitique qui se trouve près du port Seguin, à une petite distance de Ruffigny et des Roches près Marie : en effet, j'ai déjà

indiqué à plusieurs reprises que les terrains secondaires de ce pays contenaient des dolomies à la proximité des terrains anciens.

Après le calcaire avec silex, qui se termine, comme nous venons de le dire, entre Vivone et Couhé, on trouve un calcaire compacte, en partie oolitique, assez dur, contenant une grande quantité de petites géodes et de petits filons spathiques. Les grains oolitiques sont terreux, et laissent beaucoup de cavités dans la roche; il est associé avec des couches de calcaire spathique, composé presque entièrement de lames d'entroques.

Couches oolitiques.

A Couhé, le calcaire oolitique forme des couches exploitées pour pierres de taille; cette oolite est à grains très fins, disséminés dans une pâte tantôt compacte, tantôt sublamellaire, par une grande quantité d'entroques; elle passe même à un calcaire spathique presque entièrement composé d'entroques.

La surface de ces couches est recouverte de petites rugosités spathiques dues à des fossiles, qui paraissent être principalement des coraux, des encrines et quelques pentacrinites. Les coraux sont de petites tiges arrondies et branchues : on y trouve en outre des peignes, des plagiostomes très imparfaits et quelques bélemnites. Ces calcaires oolitiques ne se prolongent

pas très loin ; à une lieue environ, près de quelques maisons que l'on désigne sous le nom de *chez Foucher,* des couches nombreuses d'un calcaire compacte blanc jaunâtre terreux, associées avec des couches marneuses qui se délitent très facilement, succèdent à celles-ci ; elles sont généralement peu épaisses ; leur stratification, très régulière, est légèrement inclinée vers le sud : après les Maisons blanches l'inclinaison est plus sensible. Cette formation marneuse est très uniforme ; elle recouvre une grande étendue. On la voit constamment depuis l'endroit que nous venons d'indiquer jusqu'au delà des Nègres ; elle contient une assez grande quantité de fossiles, principalement des ammonites et des térébratules : nous en avons vu aux *Maisons blanches,* à *Ruffec* et aux *Nègres.* Dans la première de ces localités, la roche est pétrie d'une très grande quantité de térébratules lisses, et ressemble d'une manière frappante à un calcaire que nous avons recueilli entre Oxford et Bleinheim, et qui se rapporte au corn-brash, partie supérieure de l'étage oolitique inférieur. La position des calcaires compactes et marneux entre Couhé et Mansle permet de les regarder comme appartenant également à cette partie des formations oolitiques. Les coquilles que nous avons recueillies s'accordent avec ce rapprochement : ce sont des

Couches de calcaire compacte terreux.

Corn-brash

Peignes (*pecten obscurus, laminatus, barbatus*);
Plagiostomes (*Pl. punctata*);
Térébratules (*T. perovalis, bullata, ornithocephala*).

Des ammonites très nombreuses, la plupart inédites; deux d'entre elles ressemblent à l'*A. annulatus* et à l'*elegans*.

Des moules de Rostellaire.

En comparant les couches calcaires que nous venons de traverser avec celles que nous avons vues entre Angoulême et La Rochefoucault, nous devrions trouver entre les Nègres et Mansle les nombreux polypiers qui existent dans la forêt de la Braconne, et qui nous servent de point de départ pour reconnaître l'étage oolitique moyen.

Après Mansle, le calcaire devient encore plus marneux; le terrain est formé d'alternatives réitérées de calcaire compacte, de calcaires marneux plus ou moins compactes, et de marnes schisteuses très fissiles. Les couches de calcaire compacte ont seulement quelques pouces de puissance. Ce calcaire, dont la cassure est conchoïde, est traversé dans tous les sens par de petits filons de calcaire spathique tellement minces, que souvent ils ne sont visibles que par les fissures qu'ils occasionent. La stratification, fort régulière, presque horizontale, plonge cependant un peu vers le sud. Les coquilles sont

Étage moyen, calcaire marneux.

rares dans ces calcaires compactes; on trouve quelques moules imparfaits dans les marnes qui y sont associées. Ils appartiennent à des isocardes, qui paraissent se rapporter aux espèces *isocardia rostrata, is. tener,* des *nucules* trop imparfaites pour être déterminées, et des myes (*M. depressa*). Outre ces fossiles, abondans dans les calcaires marneux de Cahors, on trouve encore quelques moules d'ammonites et coquilles turbinées.

A mesure que l'on s'approche vers les couches les plus modernes, la formation oolitique devient plus marneuse; au pont de Churet, situé à deux lieues et demie avant Angoulême, elle est composée presque entièrement de marnes. Ces marnes ne présentent pas de couches bien réglées; elles se délitent en rognons allongés et s'effleurissent à l'air; elles contiennent quelques moules de coquilles, mais ils sont en général si imparfaits, qu'il est difficile de les déterminer. Nous y avons néanmoins reconnu

Etage supérieur, argile avec gryphées virgulées.

Des myes (*M. mandibulata, depressa*);
Des pholadomies (*Ph. ovalis, acuticosta*),
Des trigonies (*Tr. clavellata*);
Des natices (*N. sinuosa??*).

Ces couches marneuses sont le prolongement de celles que nous avons observées entre Ruelle

et la forêt de la Braconne; elles doivent donc représenter les couches supérieures de l'étage oolitique moyen.

Dans la descente vers le pont de la Trouve, ces marnes contiennent une grande quantité de gryphées virgulées, et deviennent une lumachelle extrêmement fétide. Quelquefois ces gryphées sont reliées par un calcaire compacte; elles sont, dans ce cas, plus grandes que celles disséminées dans les marnes qui se délitent.

Cette dernière couche est recouverte immédiatement par des couches inférieures du groupe de la craie, qui se trouvent sur la rive gauche de cette rivière; mais à une petite distance à l'ouest d'Angoulême, on voit à Hirsac des couches d'un calcaire oolitique d'un aspect particulier, qui paraît reposer sur les marnes à gryphées virgulées. Les oolites sont extrêmement petites, assez régulières; elles se touchent par quelques points, et comme le ciment est fort rare, ce calcaire est comme persillé. Quoique nous n'ayons pas vu la superposition directe de ce calcaire oolitique sur les couches marneuses contenant de petites gryphées, cependant nous pouvons affirmer sa position, attendu qu'entre La Rochelle et Rochefort on voit cette superposition de la manière la plus certaine, ainsi que nous l'indiquerons ci-après.

Oolite recouvrant l'argile à gryphées virgulées.

§ 60. En examinant les différentes couches de la formation oolitique comprises entre les terrains anciens et le groupe de la craie dans une ligne nord-sud qui passe par Niort, on reconnaît également l'existence des trois étages que nous avons établis. Dans cette coupe intéressante, qui traverse les couches perpendiculairement à leur direction, l'étage moyen est fort peu épais, tandis que l'étage supérieur est plus développé que dans aucun autre endroit. On voit le calcaire oolitique inférieur reposer immédiatement sur les roches granitoïdes, près de Champdeniers, situé à peu près à trois lieues au nord de la ville de Niort. Les marnes du lias se montrent dans quelques points, on les retrouve même dans les puits de la ville de Niort, à peu près à 100 pieds de profondeur. Au dessus on voit des couches nombreuses et puissantes d'un calcaire jaunâtre clair, assez compacte, légèrement oolitique, dans lequel il existe quelques galets de quarz. Il y a dans ce calcaire une assez grande quantité de silex; ils n'y sont cependant pas à beaucoup près aussi abondans que dans les couches des environs de Poitiers, dont celles-ci forment le prolongement. Ils y sont disséminés en rognons blanchâtres très mélangés de calcaire, qui tantôt se fondent dans la pâte, à la manière des cherts, et tantôt se détachent assez facilement de la roche. Ce calcaire

ressemble souvent à un grès ; les couches supérieures sont fissiles, de sorte qu'il n'y a que peu d'endroits où il fournisse des pierres de taille ; mais on en exploite de qualité supérieure à Echiré et dans les faubourgs de Niort. Dans ce dernier endroit, les couches sont épaisses et peuvent donner des blocs de très grandes dimensions; les carrières sont profondes, les bancs inférieurs étant exploités de préférence, parce qu'elles fournissent des pierres plus résistantes en même temps que moins dures à la taille.

Les fossiles sont très rares dans ce calcaire ; ils sont plus abondans dans les couches d'un calcaire compacte jaunâtre qui recouvrent celui-ci, et que l'on voit entre Echiré et Champdeniers. On y trouve un assez grand nombre d'ammonites, de térébratules, et quelques peignes. Ces coquilles sont semblables à celles que nous avons indiquées près des *Maisons blanches*.

Après Niort jusqu'à Loulay, le sol est formé de calcaires marneux présentant une grande constance de caractères. Le mauvais temps qu'il faisait quand j'ai parcouru ce pays m'a empêché de l'étudier avec détail; cependant j'ai reconnu la plus grande analogie entre ces calcaires et ceux qui existent au dessus du coral-rag des environs de Ruelle. A Loulay, les marnes con-

tiennent une multitude de petites gryphées virgulées, dont la présence nous annonce le passage de l'étage moyen à l'étage supérieur : ces couches marneuses sont fort puissantes. Dans cette coupe, l'étage supérieur présente un grand développement ; il est ici beaucoup plus épais que je ne l'ai vu nulle part. Il se compose de couches de calcaire compacte et de marnes assez semblables à celles qui composent l'étage moyen. J'y ai trouvé quelques fossiles, dont les espèces se rapportent aussi assez bien à l'étage moyen : ce sont

Des myes (*M. mandibulata, depressa*) ;
Des unios (*moules imparfaits*) ;
Des pholadomies (*Ph. acuticosta*) ;
Des natices (*N. sinuosa ??*).

Si la superposition n'était pas nette, j'aurais cru que, par une configuration particulière du terrain, l'étage oolitique moyen revenait ; mais on ne peut conserver cette opinion en voyant le pays : les couches plongent toutes de 3 à 4 degrés vers le nord, et de plus les différens étages forment des systèmes de collines séparées. Ces calcaires compactes et ces marnes, qui sont très développés dans la côte que l'on monte en sortant de Saint-Jean-d'Angely pour aller à Niort,

se prolongent presque jusqu'à Brizembourg. Entre Asnières et ce dernier village, on voit intercalées dans le calcaire compacte des couches épaisses d'un calcaire oolitique à grains très fins et fort réguliers. Ses caractères extérieurs sont assez tranchés, et on le distingue facilement des couches de calcaire oolitique habituel aux étages moyen et inférieur. Nous avons déjà indiqué la présence de ce calcaire à une petite distance d'Angoulême : nous le retrouverons dans une position semblable entre La Rochelle et Rochefort.

Environs de La Rochelle.

§ 61. Nous terminerons les détails que nous donnons sur les terrains oolitiques du sud-ouest de la France en faisant connaître la coupe naturelle que l'on observe sur les bords de la mer depuis les Sables-d'Olonne jusqu'à l'embouchure de la Charente, qui coule sur le terrain de craie. Cette ligne de côtes (*fig.* 3, Pl. VII) fournit une position avantageuse pour étudier ces formations. La régularité des couches, leur inclinaison, qui est de 3 à 4 degrés vers le sud-sud-ouest; la disposition des caps, qui s'avancent au loin dans la mer et permettent de voir en même temps sur une grande étendue les couches inférieures et les couches supérieures, sont autant de circonstances favorables pour reconnaître la position relative des différentes assises des formations oolitiques.

On observe aussi le long des côtes des couches marneuses, que leur peu d'épaisseur et la fertilité qu'elles communiquent au pays empêchent d'étudier dans des contrées peu montueuses, où les carrières sont les seuls moyens d'observation que le géologue possède.

Sur le terrain ancien, qui se voit à peu de distance des Sables-d'Olonne, reposent des couches de grès siliceux entièrement analogue à la roche de Melle et d'Alloue. Des marnes que l'on rapporte au lias, quoique cependant différentes des marnes qui existent à la partie supérieure de cette formation, forment une bande sur ces grès, représentant ici le terrain d'arkose. Arkose.

Ces marnes servent de base aux formations oolitiques, avec lesquelles elles ont peut-être autant de relation qu'avec le lias. Elles alternent à leur partie supérieure avec du calcaire compacte en couches de 6 à 8 pouces d'épaisseur, légèrement coloré en bleu. Les premières couches de la formation oolitique sont composées d'un calcaire compacte terreux, paraissant un peu sableux, et que l'on pourrait regarder comme un grès, à cause de son âpreté. Il contient, comme le calcaire de Niort, avec lequel il a la plus grande analogie, des silex peu nombreux qui se fondent dans la pâte. Il est quelquefois oolitique, les grains sont alors rares et se dis- Lias près Luçon.

tinguent assez difficilement de la pâte. Plus souvent on y voit des parties compactes irrégulières, se détachant en jaune rougeâtre sur la pâte du calcaire. Il est probable qu'elles sont dues aussi à une texture oolitique; ces parties jaunâtres sont fort petites et peu nombreuses, mais constantes dans toute cette bande, le calcaire des environs de Niort en présente également. Les couches sont d'épaisseurs fort variables: quelquefois elles sont minces et schisteuses; d'autres fois elles ont de 6 pouces à 1 pied de puissance, comme celles que l'on exploite dans les carrières de Luçon. Elles sont en général marneuses, et les pierres de taille que ces couches fournissent sont d'assez médiocre qualité. On trouve dans ce calcaire quelques peignes à grosses côtes, des plagiostomes, des ammonites peu nombreuses et difficiles à déterminer, et quelques térébratules.

Oolite inférieure entre Luçon et La Rochelle.

Ce calcaire se prolonge jusqu'à peu de distance de La Rochelle, mais il est caché pendant plusieurs lieues sous les sables et les marnes qui forment les marais de Luçon. Sa présence est cependant indiquée par l'existence de quelques îlots calcaires qui surgissent au milieu de ces marais : l'un d'eux est désigné dans les cartes sous le nom de l'île d'Elle. On voit le calcaire former de nouveau des escarpemens de 70 à

80 pieds de hauteur à Ennandre, peu distant de La Rochelle. La partie dominante de ces escarpemens est un calcaire compacte, jaunâtre, terreux, assez solide par un mélange presque invisible de calcaire cristallin ; il est âpre au toucher, comme le serait un grès calcaire; il alterne avec des couches de calcaire compacte marneux, d'un gris bleuâtre, dont les angles s'altèrent facilement. Je n'ai pas rencontré de fossiles dans ces couches calcaires ; mais j'ai vu à La Rochelle, chez M. d'Orbigny, des ammonites et des bélemnites qui en provenaient : ces dernières m'ont paru assez différentes de celles qui existent en si grande abondance dans les marnes du lias.

Calcaire de La Rochelle.

La baie de La Rochelle est ouverte dans des couches de calcaire plus tendre et plus marneux, qui forment le rivage depuis les environs d'Ennandre jusqu'un peu au delà des deux escarpemens avancés que l'on désigne sous le nom de Pointe-des-Bains et des Minimes. Dans les carrières des environs de La Rochelle, qui ne fournissent que des moellons, on trouve un assez grand nombre de moules de coquilles. J'y ai recueilli les espèces suivantes :

Fossiles qu'il contient.

NOMS DES FOSSILES.	Couches dans lesquelles on les trouve en Angleterre.	
Astarta elegans. Sowerby.. .	Gr. oolite.	Étage inférieur.
Astarta pumila. Sow.	Oolite infér.	
Arca pulchra. Sow.	Grande oolit.	
Cucullæa elongata. Sow. . .	*id.*	
Terebratula perovalis, id.. .	*id.*	
Modiole.		
Modiole.		
Lutraria ovalis. Sow.	Corn-brash.	
Lucine, moule imparfait . . .	*id.*	
Pholadomia Proteii. Brong. .	*id.*	
Pholadomia.	*id.*	
Ammonites annulatus. Sow..	Oolite infér.	
Mytilus pectinatus.	Kellow. rock.	Étage moyen.
Turritella muricata.	Coral-rag.	
Trigonie, inédite très petite.	»	
Dicerate, moule imparfait. .	»	
Cardium, inédit.	»	
Ammonites. Lamberti	Kellow. rock.	
Caryophyllie.	»	

La nature du calcaire et celle des coquilles nous ont fait naître l'idée que nous étions dans le second étage des formations oolitiques. Cependant, d'après la succession des couches que nous allons indiquer, nous verrons qu'il est recouvert par des argiles qui, par leur position au dessous de masses énormes de polypiers, paraissent représenter l'argile d'Oxford. On pourrait peut-être supposer qu'une grande faille, en traversant le terrain, en aurait fait descendre une partie, et que

la succession de couches que l'on observe d'une manière si prononcée serait une espèce d'illusion ; mais outre que rien dans le pays ne donne l'idée d'une pareille dislocation, le retour de fossiles semblables dans les couches immédiatement en contact avec celles que nous décrivons fait rejeter cette supposition. Il est plus naturel de penser que le second étage oolitique commence plus tôt que nous ne le croyons, et que les premières couches, au lieu d'être composées de marnes comme à Oxford, le sont de calcaire assez marneux. Ce serait alors une extension du phénomène que cet étage présente au pont de Kelloway, près de Chippenham, où l'on voit des couches irrégulières de calcaire subordonnées à l'argile d'Oxford, auxquelles on a donné le nom de *Kelloway rock*. M. Desnoyers a indiqué une disposition semblable dans les terrains oolitiques de la Normandie, où il existe de nombreuses couches de calcaires marneux et de marnes au dessous des argiles avec *gryphées dilatées*. Cette supposition expliquerait d'une manière plausible la présence de certains fossiles.

Comparaison avec le Kelloway rock.

Aux couches de calcaire compacte et marneux que je viens d'indiquer succèdent des argiles bleuâtres dans lesquelles est creusée la baie qui sépare la Pointe Duché de celle des Minimes. Elles occupent un espace peu considérable, et

sont recouvertes immédiatement de marnes blanches qui renferment quelques parties dures, et forment des escarpemens dégradés par étage. Il existe souvent dans ces marnes blanches des parties solides plus résistantes, qui saillent au milieu de ces escarpemens. Elles renferment quelquefois des parties arrondies analogues à des oolites grossières et quelques moules de nérinées.

Argile bleue probablement Oxford-clay.

L'argile bleue reparaît de nouveau entre la Pointe Duché et celle d'Angoulin, située au sud de celle-ci, où elle forme encore une petite baie. On la voit ici ressortir de dessous le calcaire qui contient des polypiers. On ne peut l'apercevoir qu'à marée basse, tandis que dans la baie au dessus on la voit encore à marée haute; ce qui tient à l'inclinaison des couches. D'après sa position, on devrait la retrouver à la partie supérieure de la Pointe des Minimes ; mais on ne la voit pas dans cet escarpement : il est probable qu'elle passe par dessus.

Les marnes blanches et bleues que nous venons d'indiquer renferment un assez grand nombre de fossiles. Nous y avons recueilli :

Des pholadomies (*Ph. proteii*), analogues à celles qui existent dans le calcaire exploité près de La Rochelle ;

Des isocardes (*Is. concentrica*, Sow., *transversa*, d'Orbigny, *brevis, id.*) ;

Des cardium (*cardita obtusa*) ;

Des huîtres pinigènes de M. d'Orbigny : elles sont fort abondantes ; leur têt, conservé, est fibreux ;

Des pinnes marines très courtes, inédites ; le têt est analogue à celui de la *pinna granulata;*

Des modioles ;

Des ptérocères.

La Pointe Duché et celle d'Angoulin présentent à peu près la même composition. Dans la première, on voit immédiatement au dessus des marnes bleues des couches marneuses blanches, au milieu desquelles il en existe une très rugueuse fort dure, contenant une énorme quantité de térébratules de plusieurs espèces (*terebratula triquetra*, *ornitocephala*, *acuta*, etc.). Les térébratules lisses sont, à beaucoup près, les plus abondantes ; on trouve avec ces fossiles des encrines en assez grande quantité, des huîtres très grandes, fort imparfaites, qui m'ont paru assez analogues à certaines huîtres que nous avons recueillies, près de Portland, dans une roche que nous avons rapportée au calcareousgrit, il y existe en outre des coquilles turriculées de différens genres, notamment des nérinées et quelques polypiers. Coral-ray, à la Pointe Duché.

Le calcaire est souvent mélangé de mica, une

couche en contient particulièrement une assez grande quantité et passe un peu au grès.

A ces couches à térébratules succède un calcaire contenant une énorme quantité de polypiers ; ces fossiles constituent presque exclusivement les falaises sur une grande épaisseur. La dureté que ce calcaire présente dans certaines parties, tandis que dans d'autres il est tendre, fait que le rivage est couvert d'énormes blocs détachés. Ce désordre pourrait faire croire que le terrain présente ici de l'irrégularité ; mais en examinant avec un peu de soin on voit ces couches, comme celles qui les recouvrent ou qui sont dessous, plonger vers le sud-sud-ouest sous des angles de trois à quatre degrés. Le point de séparation entre ces couches et celles caractérisées par les térébratules est difficile à établir ; cependant les polypiers sont beaucoup moins abondans sur le revers nord de la Pointe Duché que sur le côté sud et sur celui qui regarde la mer. Les polypiers sont de nature assez variable : on peut les grouper en trois classes. Les plus abondans forment des masses radiées composées de baguettes accolées les unes aux autres perpendiculairement à la couche. Elles sont tantôt creuses et remplies d'argile plus ou moins colorée ; tantôt, au contraire, l'intérieur est remplacé par du calcaire spathique blanc, qui contraste beaucoup avec la couleur de

Espèces différentes de polypiers.

la roche. On n'y aperçoit pas d'autres traces d'organisation que quelques stries longitudinales.

Le second genre de polypiers constitue des masses rondes entièrement spathiques plus ou moins considérables, mais ayant communément de 8 pouces à 1 pied de diamètre. Dans la cassure en long on aperçoit des lignes parallèles assez faiblement tracées, et des astéries dans l'autre sens. Ces polypiers, analogues à ceux du coral-rag, contiennent comme ceux-ci des coquilles lithophages qui ont vécu en même temps que les polypiers.

Le troisième genre de polypiers ressemble à des coraux.

Abondance des serpules.

Les serpules sont aussi fort abondantes; elles forment, comme les polypiers, des masses assez considérables; ces corps, ordinairement de la grosseur d'un tuyau de paille, sont quelquefois presque aussi déliés qu'une épingle; outre quelques rochers entièrement composés de ces fossiles, on voit souvent des serpules attachées sur les autres coquilles. Les encrines se trouvent également en très grande quantité dans la partie de la côte comprise entre la Pointe Duché et celle d'Angoulin; elles sont uniformément répandues dans les couches de cet étage : on y voit des racines de plusieurs pouces de long sur un pouce de diamètre, s'étendant dans différens sens, et fixées dans

le rocher de la même manière que la racine des végétaux; quelques têtes et une quantité prodigieuse de tiges, ordinairement assez courtes, quelquefois, au contraire, très longues. Ces encrines sont toutes à l'état spathique; les tiges sont ordinairement jaunâtres, tandis que les racines ont une teinte violacée.

Encrine pyriforme dans le Coral-ray.

Parmi les têtes peu nombreuses que j'ai recueillies, j'en ai vu quelques unes qui m'ont paru entièrement semblables à celles de l'*encrine pyriforme*, fossile que les Anglais regardent comme caractéristique de l'*argile à encrines* (1) qui sépare la grande oolite du forest-marbre et du cornbrash. Cette encrine s'est retrouvée dans une position semblable dans les formations jurassiques du Calvados, de façon que nous voyons ici des fossiles regardés comme appartenant essentiellement à l'étage oolitique inférieur exister dans l'étage moyen: mêlés aux encrines, on voit beaucoup de pointes d'oursins et de cidarites.

Outre les différens fossiles que je viens d'indiquer, on trouve une très grande quantité d'huîtres peu distinctes et tellement incorporées

(1) On a donné le nom d'argile à encrines à cette couche, parce qu'elle contient une très grande quantité de ces encrines, qui n'avaient encore été trouvées que dans cette position.

avec le rocher, qu'on ne peut en avoir que des fragmens; la plupart sont grandes, semblables à celles de la Pointe Duché, et analogues, ainsi que je l'ai indiqué ci-dessus, à celles que le calcareousgrit contient près de l'île de Portland. Il existe aussi en grande abondance des coquilles à têt lisse, assez épais, présentant un pli, ou espèce d'aile sur le côté droit : n'ayant jamais pu les voir avec leur charnière, je ne puis assurer le genre auquel ces coquilles appartiennent; mais je présume que ce sont des gryphées qui se rapprochent beaucoup de la *gryphæa dilatata*.

Gryphée dilatée dans le Coral-rag.

Au dessus de cette masse énorme de polypiers, on trouve des couches régulières de calcaire oolitique un peu terreux. Les oolites y sont clair-semées dans la pâte calcaire; les grains, qui sont toujours irréguliers, sont tantôt fins, tantôt au contraire plus gros qu'un pois. Ces couches oolitiques peu épaisses sont recouvertes d'autres couches contenant encore des encrines en assez grand nombre, quelques polypiers et des coquilles bivalves.

Nous avons recueilli, dans ces couches calcaires supérieures et dans celles qui contiennent des polypiers, plusieurs autres fossiles qui viennent, concurremment avec les polypiers et les encrines, confirmer l'opinion que les couches calcaires comprises entre la Pointe Duché et celle

Couche oolitique correspondante à l'oolite d'Oxford.

d'Angoulin appartiennent à l'étage oolitique moyen.

Nous allons donner la liste de ces fossiles, et nous récapitulerons en même temps le nom de ceux qui se trouvent dans les couches que nous regardons comme appartenant à cet étage.

	NOMS DES FOSSILES.	Couches dans lesquelles on les trouve en Angleterre.	
Fossiles de l'argile bleue, du coral-ray et dela couche oolitique.	*Isocardia concentrica.* Sow.	Corn-brash.	Étage infér.
	Cardita obtusa. Sow.	Grande oolite.	
	Terebratula triquetra. Sow.	Corn-brash.	
	—— *ornitocephala*, id.	*id.*	
	—— *acuta*, id.	*id.*	
	Lima antiqua, id.	Grande oolite.	
	Acteon cuspidatus, id.	*id.*	
	Encrinites pyriformis.	Arg. de Bradfort.	
	Isocardia transversa d'Orbigny.	»	Étage moyen.
	—— *Brevis*, id.	»	
	Pholadomia Proteii. Brong.	»	
	Plagiostoma læviscula. Sow.	Coral-rag.	
	Lima Rudis, id.	*id.*	
	Ostrea gregarea, id.	*id.*	
	Ostrea expansa ??, id.	»	
	Mya gibbosa, id.	Oxford-clay.	
	Modiola.	*id.*	
	Nérinées, deux espèces.	*id.*	
	Gervilly.	*id.*	
	Natice.	*id.*	
	Ptérocère.	*id.*	
	Cidarites.	»	
	Pointes de cidarites.	»	
	Polypiers, plusieurs espèces.	Coral-rag.	
	Serpules, id.	*id.*	
	Gryphæa? dilatata ???, id.	Oxford clay.	

L'examen de ces fossiles montre que la plupart se trouvent dans l'étage moyen; cependant il en est quelques uns qui paraissent encore appartenir à l'étage inférieur des formations oolitiques.

Après la Pointe d'Angoulin, la côte s'abaisse, et une large baie la sépare de celle de Chatellaillon, dont les couches, également inclinées vers le sud-sud-ouest, viendraient recouvrir les précédentes. Les escarpemens de Chatellaillon sont de marnes bleuâtres; les couches supérieures sont peu solides, mais les inférieures présentent au contraire une assez grande résistance. Celles-ci contiennent une très grande quantité de petites coquilles striées ayant leur têt; elles sont analogues aux gryphées virgulées, que nous avons signalées à plusieurs reprises comme marquant la séparation de l'étage inférieur. La couche qui contient ces petites gryphées étant à découvert seulement à marée basse, nous n'avons pu recueillir que des échantillons très altérés. Il existe en outre un assez grand nombre de moules

Argile de Kimmerigde à la pointe de Chatellaillon.

D'unio,
De myes (*mya mandibulata*),
De modioles,
De ptérocères.

Les marnes occupent un espace assez considé-

rable; elles sont recouvertes immédiatement par un calcaire oolitique, que déjà j'ai signalé à deux reprises comme appartenant à l'étage supérieur; il est à grains très fins, réguliers, quelquefois creux. Ces couches oolitiques, peu épaisses, sont associées avec des couches de calcaire compacte un peu terreux; une baie fort large succède à ces dernières couches, et ce n'est seulement qu'à l'endroit désigné sous le nom de Rocher, que la côte s'élève de nouveau. Les couches qui composent cet escarpement sont de deux natures différentes: les supérieures, schisteuses et assez dures, appartiennent au grès vert; les inférieures dépendent encore du terrain oolitique, elles sont marneuses, plus ou moins solides. Il en est une, celle qui forme la séparation entre les deux formations, dans laquelle il existe une énorme quantité de petites gryphées virgulées, bien caractérisées. Cette coupe nous présente donc le retour de deux systèmes de couches de marnes contenant des gryphées virgulées, séparées par des couches oolitiques. Il en résulte en conséquence que cette coquille, qui paraît avoir vécu, sur notre continent, principalement à l'époque où se déposait l'argile de Kimmeridge (qui forme la séparation de l'étage oolitique moyen et de l'étage oolitique supérieur), aurait commencé à paraître un peu plus tôt et aurait

Oolite supérieure à Chatellaillon.

Le grès vert recouvre l'oolite supérieure à la Pointe du Rocher.

habité notre globe pendant tout le temps de la formation de l'étage oolitique supérieur. Cette succession de couches aussi certaine que possible prouve que, dans la coupe que nous avons indiquée entre Saint-Jean-d'Angely et Niort, on voit aussi une répétition des couches à gryphées virgulées.

§ 62. En résumant les caractères que présentent les formations oolitiques dans les différentes coupes que nous avons indiquées, on peut tirer les conclusions suivantes. Résumé sur les formations oolitiques du sud-ouest de la France.

Dans le bassin secondaire du sud-ouest de la France, séparé de celui de Paris par les groupes de montagnes anciennes de l'Auvergne, du Limousin et de la Vendée, les formations oolitiques peuvent se subdiviser en trois groupes distincts, correspondant assez exactement avec les trois étages des mêmes formations en Angleterre.

La séparation des trois groupes n'est pas à beaucoup près aussi prononcée; les couches correspondantes aux argiles d'Oxford et de Kimmeridge ne s'observent que très rarement dans cette partie de la France, et paraissent remplacées par des calcaires marneux : c'est le cas le plus ordinaire pour celle qui marque la séparation entre l'étage moyen et le supérieur. Elles présentent trois étages.

Les subdivisions nombreuses indiquées par

les géologues anglais ne se trouvent que très imparfaitement dans le bassin secondaire qui nous occupe ; cependant il y en a quelques unes assez constantes, ainsi que nous le dirons plus bas.

La partie inférieure de l'oolite est la seule qui paraisse se retrouver à l'extrémité est de ce bassin, on en voit des lambeaux sur la pente des Cévennes du côté du Rhône; elle forme un massif assez considérable au nord du département de l'Hérault, qui s'avance jusqu'à la mer près de Montpellier et de Cette.

Ces formations sont très développées à l'ouest du bassin.

A l'ouest du bassin, les formations oolitiques sont très développées; elles forment, depuis Cahors jusqu'à l'Océan, une chaîne qui a moyennement douze lieues d'épaisseur, elle en a plus de vingt-cinq dans l'espèce de détroit compris entre les montagnes du Limousin et de la Vendée. Dans cet espace, elle présente cette circonstance très remarquable d'avoir une double pente et de présenter sur l'une et l'autre la même composition géologique.

Entre les deux points extrêmes que nous venons de citer, on voit presque partout les trois étages de l'oolite; l'inférieur repose fréquemment sur des marnes ou sur du calcaire, que nous avons rapporté au lias.

L'étage oolitique inférieur présente dans quelques localités, à Milhau, près de Ville-

franche, etc., des argiles micacées contenant des gryphées cymbium, des bélemnites, etc., que l'on peut comparer au sable de l'oolite inférieure; on y trouve du calcaire sublamellaire, des calcaires compactes contenant des couches de fer oolitique en grains, enfin des couches d'une oolite blanche fournissant de très belles pierres de taille; ces dernières couches, que l'on ne voit d'une manière bien prononcée qu'à Mauriac, dans l'Aveyron, représentent la grande oolite de Bath. Elles sont même associées à des polypiers et des coraux comme on le voit à Caen; dans d'autres parties du bassin, principalement dans celle de l'est, cet étage se compose de couches de calcaire compacte d'un gris jaunâtre, contenant une grande quantité de silex (environs de Nontron, de Poitiers, etc.) et de couches de calcaire légèrement oolitique, dans lequel les oolites sont compactes. Les couches de calcaire compacte terreux, contenant beaucoup d'ammonites et de térébratules, paraissent former la partie supérieure de cet étage; en comparant même ces fossiles avec ceux que l'on trouve dans le Corn-Brash, en Angleterre, on est conduit à assimiler ces couches, à cause de la similitude des formations. L'étage inférieur est le plus puissant; il forme, à lui seul, plus des trois quarts de l'épaisseur; il occupe plus de douze lieues

L'étage oolitique inférieur est le plus puissant

de largeur sur quinze ou seize, que cette formation recouvre entre les Sables-d'Olonne et Rochefort.

L'étage moyen composé en grande partie de calcaire marneux.

L'étage oolitique moyen est composé en grande partie de couches de calcaire marneux ; cependant on y reconnaît dans beaucoup d'endroits (Marthon, forêt de la Braconne, Pointe de Duché et d'Angoulin, etc.) des masses considérables de polypiers associées à des couches assez puissantes de calcaire d'une oolite très irrégulière et terreuse. La quantité prodigieuse de polypiers, la nature de l'oolite, et la puissance de plusieurs fossiles nous font assimiler les premières couches à celles que les Anglais désignent sous le nom de *coral-rag*, et l'oolite qui les recouvre à celle d'Oxford. Ces deux subdivisions sont les seules qu'on puisse indiquer dans le groupe moyen, encore souvent passent-elles de l'une dans l'autre, de sorte qu'on retrouve, comme à la Pointe d'Angoulin et à Marthon, des polypiers assez nombreux au milieu des couches oolitiques. La partie inférieure de cet étage présente quelques particularités : il y existe des couches calcaires qui alternent avec des marnes. Des couches de calcaire très marneux recouvrent le tout et terminent cet étage. On y trouve déjà quelques gryphées virgulées, dont la présence est pour nous caractéristique de l'argile qui sépare l'étage qui

nous occupe du supérieur. Ce second groupe des formations oolitiques recouvre, entre La Rochelle et Rochefort, un espace qui peut avoir deux lieues et demie; il est plus considérable entre Poitiers et Angoulême, et entre cette dernière ville et Confoleus.

L'étage supérieur est très uniforme.

L'étage supérieur est celui qui présente le plus d'uniformité dans ce bassin; souvent il est réduit à quelques couches marneuses contenant une quantité prodigieuse de gryphées virgulées, accolées les unes aux autres et formant, presque à elles seules, une couche de lumachelle. Dans quelques localités, cette couche est recouverte de calcaire compacte marneux formant des couches fort puissantes (Cahors), dans lesquelles on trouve disséminée de distance en distance cette petite gryphée, très caractéristique dans cette partie de la France. Outre ces couches marneuses, on voit presque constamment, depuis les environs d'Angoulême jusqu'à l'Océan, des couches d'un calcaire oolitique particulier recouvrir ces marnes à gryphées virgulées, qui reparaissent une seconde fois dans quelques lieux (Pointe du Rocher), et sont immédiatement en contact avec le grès vert. En comparant la composition de cet étage supérieur avec ce qui existe en Angleterre, on peut, quoique les caractères extérieurs soient très dif-

féreus, assimiler l'oolite dont je viens de parler à celle de Portland ; tandis que les couches inférieures de marnes à gryphées correspondraient à l'argile de Kimmeridge. Elles contiennent quelquefois des lignites comme cette dernière.

SUR LA RELATION

DES

TERRAINS TERTIAIRES ET DES TERRAINS VOLCANIQUES DE L'AUVERGNE;

Par M. DUFRÉNOY, Ingénieur des Mines.

But de cette note.

Les terrains volcaniques de l'Auvergne ont été étudiés avec tant de soin, qu'il est difficile d'ajouter quelque chose à la connaissance que nous en donnent la carte de M. Desmarets, et les travaux de MM. Montlosier, Ramond, Poulett Scrope, etc. L'étude des terrains tertiaires qui forment le sol de la Limagne est loin d'être aussi avancée; nous ne connaissons ces terrains que par quelques descriptions locales, fort intéressantes, il est vrai, mais qui laissent encore à désirer un travail plus complet. Les relations entre les terrains tertiaires et les terrains volcaniques (1) ne me paraissent pas non plus entièrement déter-

---

(1) Lorsque j'ai rédigé cette note je ne connaissais pas un mémoire que MM. Lyell et Murchison ont publié récemment dans les *Annales des Sciences naturelles* d'octobre, et dont le titre est *sur les dépôts tertiaires du Cantal et leurs rapports avec les roches primordiales et volcaniques.*

minées. On admet bien généralement que ces derniers terrains sont plus modernes que les terrains tertiaires ; cependant l'espèce d'alternance de basalte et de calcaire que présente la montagne de Gergovia jette des doutes sur l'âge de ces roches volcaniques, et a fait supposer à quelques géologues qu'il se déposait encore des terrains tertiaires au moment où les irruptions basaltiques ont commencé. M. Poulett Scrope, dans le grand ouvrage qu'il a publié sur l'Auvergne, ne pouvant admettre cette alternance, repoussée par un grand nombre de faits, l'explique en supposant que les calcaires qui recouvrent le basalte sont le produit de dépôts très modernes, des espèces de *peperino* : l'examen attentif des calcaires ne permet pas d'adopter cette supposition ingénieuse ; les couches inférieures sont en effet de même nature que les couches qui recouvrent le basalte, et elles contiennent des coquilles semblables. Cette disposition particulière du basalte à Gergovia, disposition que j'ai également observée à la côte de Var, près Clermont, me paraît, ainsi que je vais essayer de le prouver, un fait analogue aux épanchemens nombreux de porphyre dans les terrains secondaires et même dans les terrains de transition ; les couches de *toadstone* du Derbyshire, qui interceptent à trois reprises des filons de plomb près de Matloc, sont un des exemples les plus remarquables de ces intercalations.

Les collines des environs de Clermont, formées, pour la plupart, de terrains tertiaires, sont fréquemment recouvertes d'un chapeau basaltique. Cette position générale suffit pour établir la postériorité du basalte, relativement aux terrains tertiaires; le niveau assez constant de ces espèces de nappe fait présumer en outre que cette roche est sortie à l'état liquide du sein de la terre, et s'est répandue partout où les circonstances locales le permettaient. Je ne sache pas qu'on ait encore apporté à cette hypothèse, presque certaine, de preuves matérielles, et qu'on ait indiqué le point ou l'éruption s'est fait jour; la montagne de Gergovia dont je viens de parler me paraît fournir ces preuves.

Le basalte presque toujours supérieur au calcaire tertiaire.

Cette montagne, située à peu près à deux lieues au sud de Clermont, est allongée dans le sens *est-ouest*. Elle est formée d'une succession nombreuse de couches de calcaire d'eau douce. Le bas de cette montagne, plus marneux que sa partie supérieure, est composé d'un calcaire blanchâtre marneux, alternant avec des couches de calcaire plus dur, et avec des marnes verdâtres, fort analogues à celles qui, dans les collines de Montpensier, contiennent de petites veinules de gypse. Les fossiles sont fort rares dans ce calcaire; il renferme cependant quelques hélices et des planorbes. Je n'y ai pas vu de lymmées. Ces derniers

Description de la montagne de Gergovia.

fossiles, si abondans dans les calcaires des couses près Issoire, me paraissent fort rares, si même ils existent dans la partie du bassin qui avoisine Clermont; les hélices au contraire ne se retrouvent que rarement dans les calcaires à lymmées. Cette alternative de couches marneuses et de couches calcaires s'élève ainsi jusqu'à plus des trois quarts de la hauteur de la colline. On trouve alors une roche improprement désignée sous le nom de *tuf* par quelques géologues, et à laquelle MM. Lecoq et Bouillet (1) ont donné le nom de *Vacke*, qui donne une idée assez exacte de sa nature. Cette roche, qui paraît régulièrement disposée dans le terrain, est assez difficile à caractériser. Elle participe à la fois de la nature des roches volcaniques et de celle des roches calcaires; elle est composée de nodules de couleur verdâtre plus ou moins foncée, reliés par un ciment argilo-calcaire. Ces nodules, imprégnés de calcaire, sont en partie solubles dans les acides; mais il reste toujours une matière verdâtre, dont la quantité variable est de plus de 50 pour 100. Cette substance est fusible au chalumeau, et présente la plus grande analogie avec les wackes des

Wacke en couches intercalées.

(1) Vues et coupes des principales formations géologiques du département du Puy-de-Dôme, etc.; par MM. Lecoq et Bouillet.

terrains trappéens et des terrains basaltiques. Cette wacke contient beaucoup de matière siliceuse, disséminée dans sa masse, quelquefois sous forme de rognons de calcédoine. On y trouve, dans quelques cas, des fragmens de calcaire d'eau douce, et des morceaux de basalte en général arrondis. Cette dernière circonstance ne s'accorde pas avec l'idée de contemporanéité qui résulte de la stratification régulière de la wacke. D'après les caractères généraux que nous venons d'indiquer, on voit que cette roche paraît participer de l'action volcanique, et qu'elle présente le même aspect que les brécioles du Vicentin, décrites par M. Brongniart, comme alternant avec les terrains volcaniques. Cette supposition si naturelle est repoussée par la position générale du basalte, et même par celle des trachites, qui sont, ainsi que nous aurons occasion de le dire bientôt, plus modernes que les terrains tertiaires. L'examen de la montagne de Gergovia nous donnera également l'explication de la disposition anomale de la wacke.

La couche de wacke est recouverte par de nombreuses couches de calcaire d'eau douce contenant quelques coquilles, notamment des bulimes. Ces couches se distinguent des couches inférieures en ce qu'elles contiennent une grande quantité de silex résinite, laiteux, opalin, et de couleur ver-

dâtre. Ces silex sont souvent tapissés de petites géodes de quarz hyalin. La grande quantité de matière siliceuse répandue dans les couches supérieures, est la principale différence qui existe entre les couches tertiaires de la montagne de Gergovia; mais cette circonstance ne s'oppose nullement à ce que toutes les couches de cette montagne n'appartiennent au même terrain : on sait, au contraire, qu'un des caractères des formations d'eau douce de cette partie de la France est de contenir une très grande quantité de silex résinite. La couche immédiatement en contact avec la roche dite wacke est en partie cristalline. En montant sur la pente nord-est de la montagne du côté de Perignat, on rencontre le basalte bientôt après avoir vu la wacke. On voit de nouveau une couche de wacke moins régulière que la première et des couches calcaires bien stratifiées. Enfin une nappe de basalte recouvre tout le plateau.

Basalte intercalé dans le terrain tertiaire.

En suivant le chemin que nous venons d'indiquer, il est impossible de ne pas croire à l'alternative de ces deux roches d'origine si différente; la régularité sur une assez grande longueur, que l'on observe entre le balsate et le calcaire d'eau douce, sur le flanc sud-est de cette montagne, coupé presque à pic, confirme, à la première inspection, cette hypothèse. Mais il existe de ce côté

Régularité apparente.

deux grands ravins qui mettent à nu là relation de tout ce terrain: l'un, plus au nord, descend vers Prat, l'autre vers Merdogne.

Dans le premier ravin, on observe en montant la disposition suivante.

Succession des couches dans le premier ravin.

1°. Les couches marneuses et calcaires que nous avons indiquées comme formant le bas de la montagne de Gergovia, mises à nu dans ce ravin sur une grande hauteur, montrent la régularité du terrain tertiaire.

2°. A une certaine hauteur du ravin, à peu près les deux tiers, une masse de basalte, qui peut avoir 30 à 40 pieds de puissance, recouvre les couches calcaires. Cette masse, régulière sur un certain espace, présente, par son épaisseur assez constante et le parallélisme de ses faces en contact avec le calcaire, l'apparence d'une couche. Le basalte qui la compose, très compacte, à grains fins, contient peu de cristaux étrangers. Il se délite en boules, sans cependant être décomposé ni à l'état terreux.

Calcaire en stratification non concordante.

3°. Le basalte est recouvert de couches calcaires analogues à celles qui forment le bas de la colline; elles présentent, sur une centaine de pieds environ, une succession de calcaire marneux et de calcaire compacte, dans laquelle j'ai recueilli quelques fossiles (helix). Ces couches calcaires sont évidemment dérangées; on y observe des bouleversemens considérables (*fig.* 3 et 4, Pl. IX),

des fragmens, dont quelques-uns ont plus de 30 pieds de côté, sont placés tout à fait en sens contraire de la stratification de tout ce qui les entoure.

4°. Le calcaire dérangé est surmonté d'une couche de cette wacke (tuf), que nous avons signalée plus haut. Elle ne présente pas à beaucoup près la régularité que nous avons annoncée à l'est-sud-est de la montagne de Gergovia; les caractères de cette roche ne sont pas non plus exactement les mêmes; elle est beaucoup plus dure, elle contient de nombreux fragmens de basalte, quelquefois anguleux, le plus ordinairement en boules. On y trouve en outre des fragmens de roches endurcies dont il est difficile d'assigner la nature; cependant comme plusieurs font légèrement effervescence, il est assez probable que ce sont des fragmens de calcaire siliceux qui ont été empâtés par la wacke. On voit quelquefois des passages presque insensibles de la wacke au basalte. Quelques cavités de cette roche sont tapissées de mésotype fibreuse et de mésotype cristallisée.

La masse de wacke est fort irrégulière, elle s'élargit beaucoup sur le côté droit du ravin; elle y constitue dans cette partie des rochers escarpés, remarquables par leurs formes aiguës, qui résultent de la nature de cette roche, composée de parties tendres et de parties dures.

5°. Au dessus de la wacke assez régulière à sa

partie supérieure, on retrouve des couches de calcaire non pas entièrement semblables à celles qui forment le bas de la montagne, mais appartenant sans aucun doute à la même formation; ces couches sont de même nature que celles que nous avons indiquées sur le revers nord-est de la montagne, c'est à dire qu'elles contiennent beaucoup de silex résinite laiteux différemment coloré. La stratification de ces couches supérieures est régulière, on n'y observe plus de dérangemens; seulement les couches plongent de quelques degrés vers l'ouest-sud-ouest, tandis que les couches inférieures au basalte paraissent parfaitement horizontales.

6°. Enfin une nappe de basalte forme la partie supérieure du ravin et recouvre tout le plateau de Gergovia.

Succession des couches dans le second ravin.

Dans le second ravin, celui qui descend vers Merdogne, la succession des couches est exactement la même que dans le ravin de Prat; mais le contact du calcaire et du basalte présente quelques particularités qui méritent d'être indiquées. Le basalte inférieur est également recouvert par une couche de wacke régulière sur une grande longueur, surtout au nord du ravin. Bientôt on voit cette régularité cesser, la wacke devient beaucoup plus dure et présente une structure contournée dans tous les sens (*fig.* 4, Pl. IX); elle contient des

fragmens nombreux de calcaire en général très endurci et quelquefois cristallin; dans quelques cas, le calcaire paraît en partie décomposé. Les fragmens siliceux ont un aspect luisant qui ne leur est pas ordinaire; la wacke est pénétrée de basalte répandu dans sa masse avec plus ou moins d'abondance, tantôt il y forme des rognons arrondis et de grosseur très variable, tantôt il se fond, pour ainsi dire, dans la wacke, qui de terreuse devient dure et compacte; sa couleur change aussi graduellement. Dans quelques cas, cette roche est porphyroïde; elle contient de nombreuses géodes tapissées de cristaux de mésotype et d'aragonite en aiguilles.

Cette wacke endurcie occupe une hauteur beaucoup plus grande que dans le premier ravin. Elle est mélangée intimement avec le basalte, qui perd ses caractères et sa régularité. Non seulement cette roche intercepte entièrement le basalte, mais elle se prolonge en outre dans les couches calcaires inférieures, et forme des rochers escarpés sur un espace assez considérable.

Basalte en couche intercalée.

Le basalte intercalé dans le terrain tertiaire paraît se terminer à l'endroit où il se fond avec la wacke. Cette circonstance s'observe très bien d'une certaine distance, à cause de la grande différence de couleur entre le basalte et le calcaire d'eau douce. La *fig.* 1, Pl. VIII, qui représente la

montagne de Gergovia, prise du Puy-de-Corent (1), montre bien cette disposition. On voit clairement que la masse de basalte intercalée *aa'* ne se prolonge pas au delà du ravin qui descend vers Merdogne, et que le basalte qui recouvre tout le plateau descend au sud-est, suivant la pente de la montagne.

Sur le côté ouest de la montagne de Gergovia, je n'ai pas observé de basalte entre les couches du terrain tertiaire, de sorte que cette roche paraîtrait former plutôt un coin qu'une couche. L'inclinaison des couches supérieures au basalte associé au calcaire sur le revers sud-est est en rapport avec cette supposition.

Le basalte n'existe pas sur la pente ouest.

Le calcaire en contact avec le basalte enclavé dans le terrain tertiaire présente une circonstance remarquable, facile à observer dans le premier ravin; ce calcaire est composé de petits cristaux en rhomboïdes aigus, isolés les uns des autres et se désagrégeant facilement entre les doigts. Ces petits cristaux sont disséminés dans une pâte argileuse, et forment plutôt par leur ensemble un réseau qu'une masse grenue; on dirait que l'action qui a donné cette structure au calcaire mar-

Calcaire devenu grenu au contact du basalte.

(1) Le Puy-de-Corent est situé à peu près à deux lieues nord-est de la montagne de Gergovia.

neux a isolé le calcaire de l'argile, et que la première de ces substances a cristallisé. Ce phénomène singulier ne se présente que sur une épaisseur de quelques pouces, des deux côtés de la masse basaltique, et on peut dire qu'il est plus complet, au contact même du basalte, qu'à l'extrémité de la couche cristalline; sur un des bords du ravin, une petite languette de calcaire, qui entre dans le basalte, est presque complétement à l'état cristallin. Ce changement existe également au contact de la partie inférieure de la masse de wacke, nous ne l'avons pas observé à sa partie supérieure; nous avons en outre trouvé quelques fragmens de basalte présentant des fissures très minces, lesquelles étaient complétement remplies de lames de calcaire cristallin.

Le calcaire grenu et les petits cristaux rhomboédriques, disséminés dans l'argile, ne m'ont donné, à l'analyse, que du carbonate de chaux pur: de sorte que le changement qui paraît s'être opéré au contact du basalte n'aurait influé que sur la texture du calcaire, et non sur sa nature, comme il paraît que cela a eu lieu par l'action de certains porphyres. Cette manière d'agir du basalte est assez constante. En effet, la craie du comté d'Antrim, en Irlande, transformée en calcaire lamellaire par son contact avec des coulées

basaltiques, n'a subi aucun changement. Il en est de même du calcaire jurassique de Villeneuve de Berg, dans lequel le basalte forme un filon prononcé. Ce calcaire, devenu très lamellaire dans quelques parties, n'a point changé de composition.

Côte de Var.

La côte du Var, près Clermont, présente également une masse de basalte intercalée dans le calcaire tertiaire; mais ici les caractères distinctifs entre les calcaires supérieurs et inférieurs ne sont pas aussi prononcés qu'à Gergovia : de sorte qu'on ne pourrait pas avoir une opinion positive, par cet exemple seul.

Basalte au milieu du calcaire tertiaire.

La partie inférieure de cette côte est exactement de même composition que la montagne de Gergovia; on y voit une succession de couches nombreuses de calcaires plus ou moins compactes, plus ou moins marneux, se délitant presque toujours en feuillets épais. Cette formation calcaire, dans laquelle j'ai recueilli des hélices et des coquilles turritellées, analogues aux potamides, se prolonge presque jusqu'au sommet de la côte: on trouve alors une masse basaltique assez épaisse, qui est surmontée par du calcaire, puis enfin une nappe de basalte recouvre tout le plateau. Si on examine avec quelque soin la disposition du basalte associé au calcaire, on voit, ainsi que la *fig.* 2, Pl. VIII, le représente, que

cette masse n'a pas une grande étendue, et qu'elle se perd dans le calcaire qui l'entoure de tous les côtés. On peut donc supposer que le basalte, en se faisant jour au travers des terrains tertiaires qu'il recouvre, s'est répandu dans une partie du terrain : si ce basalte formait en effet une véritable couche, on devrait le retrouver dans les côtes de Château-Gay, de Chanturgue, etc., contiguës à celle de Var, et qui peuvent être regardées comme ayant jadis fait continuité avec elle : ce sont, pour ainsi dire, des caps d'une même côte, séparés par des baies différentes. Ce qui prouve cette assertion, c'est que le basalte supérieur couronne les côtes que je viens d'énumérer, et qu'on voit clairement que ces différens lambeaux balsatiques appartiennent à la même nappe.

Calcaire très mélangé de basalte.

Le calcaire qui sépare les deux nappes de basalte est pénétré d'une quantité considérable de basalte, disséminé en boules ou en fragmens anguleux; ces boules deviennent tellement abondantes, à mesure qu'on approche du basalte inférieur, qu'on pourrait dire que c'est une filtration calcaire qui a empâté des boules basaltiques. Cette supposition, que la nature du calcaire ne repousserait pas, ne soutient pas un examen approfondi des localités. Ainsi on voit, à l'extrémité ouest de la côte de Var, le calcaire d'eau douce

s'élever jusqu'au contact du basalte qui recouvre tout le plateau, et se fondre avec le calcaire supérieur. Il est probable que la différence que l'on observe dans ce dernier calcaire tient à son peu d'épaisseur, et qu'il a été complétement modifié par le basalte; quant à cette roche, elle n'est pas exactement la même dans la masse intercalée et dans la nappe recouvrante. Le premier s'altère beaucoup plus facilement par l'action de l'air, que celui qui recouvre les sommités; il est fendillé dans tous les sens, et ses fissures sont tapissées de veinules fibreuses effervescentes, qui paraissent être de l'aragonite.

La côte de Var ne nous offre pas une couche de wacke, comme la montagne de Gergovia; cependant on trouve cette roche à la côte de Château-Gay, qui lui est contiguë; la discontinuité de la wacke nous prouve qu'elle ne peut pas être regardée comme appartenant au terrain tertiaire.

Résumé et conclusion sur le basalte intercalé dans le terrain tertiaire.

Les différentes circonstances qui accompagnent le basalte de Gergovia et celui de la côte de Var nous paraissent prouver que cette roche est postérieure au terrain dans lequel on l'observe. En effet, si les basaltes s'étaient formés à la même époque que les terrains tertiaires, la couche basaltique de Gergovia serait plus continue, et on devrait la retrouver à la même hauteur sur tout

le pourtour de cette colline : or, nous avons vu qu'elle n'existe pas du côté ouest, et que sa régularité sur les pentes *est* et *sud-ouest* n'est qu'apparente.

Le calcaire qui recouvre le basalte présente des bouleversemens sur quelques points; ce qui prouve qu'il ne s'est pas déposé régulièrement après que le basalte eut recouvert les couches inférieures.

Le changement que le calcaire paraît avoir éprouvé par le contact du basalte, tant à la partie supérieure de cette masse qu'à sa partie inférieure, nous démontre aussi que le basalte est plus moderne que le terrain tertiaire; sans cela les couches inférieures au basalte auraient seules éprouvé des modifications.

Il nous paraît résulter de ces différens faits que les basaltes de Gergovia et de la côte de Var sont, de même que les nombreux plateaux balsatiques de ce pays, plus modernes que les terrains tertiaires;

Le basalte et la wacke sont sortis par une fente.

Que le basalte est sorti du sein même de la montagne de Gergovia, tant par sa partie supérieure, que par une fente qui s'est faite dans le flanc même de la montagne;

Que cette substance était dans un état assez liquide pour s'être répandue en nappe, et que sa

température était assez élevée pour changer la texture du calcaire, qui est immédiatement en contact avec le basalte.

La roche que nous avons désignée sous le nom de wacke nous paraît devoir son origine à une cause analogue à celle qui a produit le basalte. En effet, cette roche contient des fragmens de calcaire tertiaire, en même temps que des boules de basalte; le calcaire, en contact avec la wacke, est en partie à l'état cristallin, comme pour le basalte, circonstances qui ne peuvent se concilier avec sa position, assez régulière entre les couches contemporaines de terrain tertiaire; sa texture est différente de celle du basalte, mais peut-être sa nature offre-t-elle quelque analogie avec cette roche, ainsi qu'on est porté à le croire, par la manière dont elle fond. La wacke pourrait donc être considérée comme le résultat d'un épanchement d'une matière boueuse, qui aurait eu lieu dans la même période que la formation des basaltes, ou peut-être le produit de l'altération d'une ou plusieurs couches du terrain tertiaire par l'action du basalte, qui ne se serait pas fait entièrement jour.

Cette hypothese sur les wackes de Gergovia, entièrement d'accord avec les faits, expliquerait d'une manière très plausible la présence des wackes que l'on observe dans d'autres parties du

terrain tertiaire, lesquelles ont été jusqu'ici un grand obstacle à la connaissance de ces terrains. Elle s'appliquerait surtout très bien à la wacke de Pont-du-Château, si connue des minéralogistes par les belles calcédoines qu'elle leur fournit, et qui est signalée par quelques géologues comme une preuve de l'alternance des terrains tertiaires et des terrains volcaniques. Nous allons donner un exemple de la position de cette wacke.

Environs du Pont-du-Château.

L'Allier à Pont-du-Château est bordé d'escarpemens de 100 à 130 pieds d'élévation, taillés presque à pic, et qui mettent à nu la succession de couches suivantes, en commençant par les plus inférieures.

Succession des couches sur les bords de l'Allier.

1°. Près du pont on voit des couches de calcaire marneux affleurer sur les bords de l'Allier; son contact avec la wacke qui le recouvre est peu régulier; du reste on observe le calcaire inférieur en quelques points seulement; les couches étant inclinées de 3 à 4 degrés, disparaissent bientôt sous les couches supérieures. Ce calcaire contient quelques fossiles; ce sont principalement des hélices assez aplaties, ayant encore leur têt. On y trouve aussi quelques ossemens d'oiseaux.

2°. Une couche puissante de wacke, qui peut avoir une trentaine de pieds, forme un peu au dessus du pont le bas de l'escarpement; on n'y observe pas de lits réguliers, comme cela est ha-

bituel dans une couche aussi épaisse. Elle se délite en masses irrégulières et en boules plus ou moins grosses, sa couleur est assez foncée; cette wake contient fréquemment des fragmens arrondis de basalte et quelques fragmens calcaires, circonstance qui tendrait à la faire regarder comme déposée par les eaux; on n'y indique aucun fossile.

5°. Elle est recouverte immédiatement par une couche d'un grès calcaire assez dur.

4°. Des couches de calcaire compacte à cassure conchoïde viennent ensuite. Elles sont ordinairement d'un beau blanc, et le calcaire qui les compose ressemble à de la craie. Quelquefois elles sont un peu colorées par de l'oxide de fer. Ce calcaire renferme des hélices (*helix Ramondi*) et des planorbes (*planorbis cornu*) en assez grand nombre. Quelques unes de ces coquilles possèdent encore leur têt; dans la plupart il est remplacé par du bitume, substance qui suinte à travers les fissures et les différentes cavités du calcaire.

Wacke en couches dans le tertiaire.

5°. Du calcaire marneux foliacé, passant à des marnes grises, bitumineuses, succède au calcaire conchoïde, auquel il passe insensiblement.

6°. Une couche de grès bitumineux peu puissante recouvre les marnes.

7°. Enfin le calcaire marneux forme de nouveau des couches abondantes. Quelques unes sont

schisteuses, d'autres sont très dures et paraissent siliceuses. Celles qui existent tout à fait à la partie supérieure de l'escarpement, et qui forment le sol de la promenade, présentent entre leurs feuillets des impressions végétales. On y trouve aussi de très petites coquilles spirées et quelques planorbes.

La présence de coquilles dans les couches supérieures prouve d'une manière incontestable que ces couches sont analogues à celles que nous avons indiquées au dessous de la wacke, et qu'ils appartiennent comme elles au terrain tertiaire de la Limagne.

Le contact de la masse de wacke et du calcaire inférieur ne m'a présenté aucun phénomène particulier; mais près de l'église, lieu d'où proviennent les belles calcédoines, le calcaire paraît, dans quelques parties, avoir éprouvé une modification analogue à celle que nous avons indiquée à Gergovia. C'est surtout dans une petite butte placée entre l'église et la grande route que ce phénomène s'observe très distinctement. Cette butte, composée presque entièrement de wacke, renferme une masse calcaire, anguleuse, présentant, ainsi que la *fig.* 5, Pl. IX, l'indique, une espèce de rédan qui s'avance au milieu de la wacke; d'après cette forme, il est naturel de penser que la masse calcaire est un vaste fragment empâté dans

Calcaire grenu au contact de la wacke.

la wacke. Le calcaire qui la compose est à la fois marneux et siliceux, il passe même au silex comme le calcaire des couches supérieures de Gergovia. Dans toute sa partie en contact avec la wacke et sur plusieurs pouces d'épaisseur, le calcaire est composé de petits cristaux en rhomboèdres aigus peu adhérens, qui se désagrègent entre les doigts. Ce changement a lieu non seulement au contact du calcaire, mais dans toutes les fissures qui le traversent; les petites fentes de silex sont elles-mêmes tapissées de ces cristaux de chaux carbonatée.

Cette circonstance remarquable, analogue à celle que nous avons indiquée à Gergovia au contact du calcaire et du basalte, du calcaire et de la wacke, nous paraît le résultat du même phénomène à Pont-du-Château comme à Gergovia. La wacke serait postérieure au terrain, et y aurait été introduite par des fentes parallèles aux couches. Cette hypothèse presque certaine pour le basalte de Gergovia, puisqu'on y observe un dérangement très prononcé dans les couches calcaires, est à la vérité plus difficile à concevoir pour les wackes de Pont-du-Château; elle nous paraît cependant la seule qui explique d'une manière simple l'espèce d'alternance que présente les terrains tertiaires et les roches volcaniques en Auvergne. Ce phénomène ne serait, ainsi que nous

La wacke paraît le produit d'un épanchement.

l'avons déjà dit, que la répétition de ce que les terrains trappéens de l'Ecosse présentent sur une échelle beaucoup plus grande.

Terrains tertiaires du Cantal.

Les détails que nous venons de donner sur la position des wackes et des basaltes ont prouvé que ces roches volcaniques sont postérieures au dépôt des terrains tertiaires. Nous allons indiquer qu'il en est de même des trachites. L'exemple que nous choisirons ne sera pas tiré de l'Auvergne proprement dite, mais du groupe du Cantal, qui présente la plus grande analogie avec celui du Mont-d'Or, et qui est évidemment le résultat d'un phénomène du même ordre.

Le terrain tertiaire du Cantal est entièrement séparé de celui de la Limagne d'Auvergne, par des chaînes granitiques; il est recouvert presque partout par le trachite, et l'on n'aperçoit le calcaire d'eau douce que dans quelques vallées profondes, où il est mis à nu; il forme rarement des escarpemens qui permettent d'étudier ce terrain sur une grande épaisseur. Les environs d'Aurillac sont peut-être le seul endroit où l'on puisse voir ce terrain avec quelques détails, grace aux nombreuses carrières exploitées à une petite distance de cette ville, et qui fournissent presque toute la chaux employée dans ce pays. Les principales carrières existent à Belbet, village situé à peu près à une lieue au sud-ouest d'Aurillac. On ne voit

dans ces carrières que les couches calcaires proprement dites; mais en suivant le petit ruisseau qui descend vers Ytrac, on observe les couches inférieures.

1°. Les couches les plus inférieures sont des argiles calcarifères grossières, plus ou moins fortement colorées en rouge et en vert, comme il est assez habituel de le voir pour l'argile plastique. Ces argiles sont fréquemment employées pour la fabrication des briques; elles ont l'inconvénient d'être sablonneuses et calcaires, et par conséquent facilement fusibles. Je n'ai pas observé de fossiles dans cette argile, de sorte qu'on ne peut pas assurer qu'elle ne constitue une sous-division des terrains tertiaires; cependant tout porte à croire que ces terrains ne forment, à proprement parler, qu'un étage. Succession générale des couches.

Dans quelques parties du bassin d'Aurillac, on voit cette argile reposer sur le schiste micacé. Elle est alors très mélangée de galets de terrains anciens de dimensions variables.

2°. Des marnes vertes passant quelquefois à des marnes noires recouvrent les précédentes. La présence de ces marnes n'est pas à beaucoup près aussi constante que celle de l'argile bigarrée qui forme la base de tout ce terrain; dans quelques localités, elles n'existent pas ou sont réduites à une très petite épaisseur. Ces marnes sont fréquemment schisteuses.

3°. La partie supérieure des marnes précédentes passe à un calcaire argileux maculé de rouge et de vert comme l'argile inférieure. Ce calcaire est peu propre à la fabrication de la chaux; cependant des essais ont prouvé qu'il fournirait de la chaux hydraulique d'assez bonne qualité. Les fossiles sont peu nombreux dans ce calcaire; j'y ai recueilli quelques bulimes et des empreintes végétales.

4°. Des marnes schisteuses de couleur claire, quelquefois entièrement blanches et semblables, dans ce cas, aux marnes si abondantes dans les environs de Clermont, succèdent au calcaire imparfait dont je viens de parler: ces marnes contiennent quelquefois des lits assez minces de silex; mais ce n'est pas dans cette partie de la formation que cette substance est abondante; nous la verrons former des couches puissantes au dessus du calcaire exploité. Cette assise de marnes présente une succession de couches nombreuses, sur laquelle repose le calcaire exploité. L'ensemble de toutes ces couches inférieures peut être de 25 à 30 toises.

Calcaire exploité; il forme des couches puissantes.

5°. Les couches inférieures des carrières sont composées d'un calcaire terreux, tendre, tachant les doigts; il contient des *bulimes*, des *planorbes* et une grande quantité de *lymnées* de dimensions très différentes: les unes de 6 ou

8 lignes de long, les autres microscopiques. Ce calcaire est quelquefois gris.

6°. De l'argile verdâtre, formant un lit peu épais, sépare ces premières couches calcaires des suivantes.

7°. Des couches d'un calcaire plus compacte succèdent à l'argile; il est souvent assez dur et un peu cristallin; il présente beaucoup de cavités tapissées de cristaux de calcaire spathique; on trouve encore dans cette variété de calcaire beaucoup de lymnées et de planorbes. Il empâte des rognons d'une argile verdâtre très onctueuse au toucher et fort analogue à l'argile smectique. Les couches dont l'ensemble peut avoir 4 à 5 pieds de puissance sont celles que l'on exploite principalement pour la fabrication de la chaux.

8°. Au dessus, on trouve dans quelques carrières un calcaire compacte terreux qui a l'apparence oolitique: tantôt les grains se confondent avec la pâte, et on les en distingue seulement par une différence dans la teinte; tantôt ils sont séparés les uns des autres à la manière des oolites, mais ils sont généralement plus terreux. Ces grains arrondis ne sont pas, au reste, également répandus dans la roche; ils sont plus particulièrement groupés dans les cavités, et tiennent la place des petits cristaux spathiques. Cette disposition

est assez commune dans le calcaire d'eau douce du sud de la France; dans quelques localités, comme aux environs d'Aix et de Castres, elle est très prononcée.

9°. On trouve ensuite un calcaire dur, compacte, à cassure conchoïde; ce calcaire, qui contient des silex, est traversé de petites cavités à la manière du calcaire de Château-Landon. Il y existe encore quelques fossiles, mais ils sont moins abondans que dans les couches inférieures.

Couches nombreuses de silex.

10°. Une couche de marne verdâtre de quelques pouces de puissance, recouvre le calcaire précédent, et forme presque toujours la partie supérieure des carrières.

11°. Une succession de couches de calcaire compacte associé avec beaucoup de silex repose immédiatement sur les marnes vertes; on ne voit pas cette superposition dans les carrières mêmes; mais le sentier qui conduit des carrières à Aurillac est constamment sur ces couches supérieures. Peu avant d'arriver à Aurillac, on voit une coupe qui montre le calcaire siliceux avec des lits de silex noirs et de silex blonds.

Marnes vertes supérieures.

Il existe quelquefois des marnes vertes supérieures aux couches de calcaire à silex; néanmoins ces dernières paraissent former généralement les parties supérieures du terrain tertiaire du Cantal: ce sont presque toujours celles qui

sont en contact avec les roches volcaniques.

Les terrains tertiaires dont nous venons de faire connaître la composition générale sont recouverts presque constamment par le terrain volcanique. Près d'Aurillac, ce sont des basaltes qui reposent sur le calcaire d'eau douce; mais à une petite distance de cette ville, on voit le trachite dans cette position. Cette superposition constante des trachites sur les terrains tertiaires est accompagnée de dérangemens considérables dans leur stratification. La grande route d'Aurillac à Murat, ouverte le long de la vallée de Vic, met à découvert un grand nombre d'exemples de ces dérangemens, surtout depuis la Roque jusqu'à Polminhac. Ils sont quelquefois tels que, dans l'espace de quelques toises, on voit les couches se séparer et plonger en sens contraire (*fig*. 6, Pl. XI). Dans quelques cas, le parallélisme des couches n'a pas éprouvé de changement, mais des failles traversent le terrain dans tous les sens, et les couches ne se correspondent plus. Les lits des silex permettent d'observer facilement cette disposition, même d'une assez grande distance. Outre le désordre dans la stratification du terrain tertiaire, qui nous apprend seulement que ce terrain a été soumis à de grandes perturbations depuis son dépôt, on en voit fréquemment des fragmens de grande dimension (de 50 à 60 pieds

Position générale du terrain tertiaire et des trachites.

Stratification entièrement bouleversée.

de diamètre) empâtés de tous côtés par le trachite (1). Ces fragmens sont nombreux près du bourg de Giou; la tranchée ouverte pour la grande route fournit un moyen d'étudier cette circonstance remarquable.

Masse de calcaires empâtés dans le trachite.

La présence de ces masses de calcaire d'eau douce au milieu du trachite, jointe à la superposition constante de cette dernière roche sur les terrains tertiaires et au dérangement fréquent de leur stratification, nous conduit à conclure :

Conclusion.

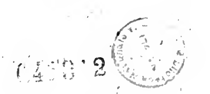
1°. Que le trachite qui forme les groupes du Mont-d'Or et du Cantal s'est élevé du sein de la terre à une époque plus moderne que la formation des terrains tertiaires ;

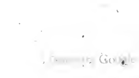
2°. Que cette roche, sans posséder une liquidité égale à celle du basalte, était dans un état assez pâteux pour pouvoir s'introduire dans les fentes du terrain tertiaire et envelopper les vastes fragmens que son action avait produits.

(1) MM. Lyell et Murchison, dans le mémoire cité au commencement de cette Note, ont donné des détails sur les masses de calcaire que l'on observe au milieu des trachites. J'ai donc cru devoir me borner à rappeler ce fait important; mais, pour le mieux faire connaître, j'ai emprunté à ce mémoire intéressant les coupes.... Pl.... qui montrent cette disposition.

TABLE DES MATIÈRES.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.




Google

OUVRAGES DE GEOLOGIE

QUI SE TROUVENT CHEZ F.-G. LEVRAULT,

A PARIS, rue de la Harpe, n°. 81.

JOURNAL DE GÉOLOGIE, publié par MM. A. BOUÉ, JOBERT aîné et ROZET.

CONDITIONS DE L'ABONNEMENT.

Le JOURNAL DE GÉOLOGIE paraît chaque mois, par cahier de 5 à 7 feuilles in-8°., accompagné de plusieurs planches.

Le premier cahier a été publié en mai 1830.

On s'abonne par année ou par semestre.

Le prix de l'abonnement (franc de port) est :

	Par année.	Par semestre.
Pour Paris	30 fr.	16 fr.
Les départemens	84	18
L'étranger	38	20

COURS élémentaire de Géognosie, fait au Dépôt général de la guerre, par M. ROZET, officier au corps royal des ingénieurs-géographes ; 1 fort vol. in-8°., accompagné de 5 planches. . . . . 10 f.

DESCRIPTION géognostique du bassin du Bas-Boulonnais, par ROZET ; 1 vol. in-8°. . . . . 3 f. 50 c.

DESCRIPTION des coquilles fossiles des environs de Paris, par DESHAYES, D. M. P.

L'ouvrage formera 36 livraisons ; quinze sont en vente, il en paraît une par mois. Chaque livraison est de deux à trois feuilles de texte avec quatre à cinq planches in-4°., grand-raisin, et coûte 6 f.
Sur papier-jésus vélin satiné avec les planches sur papier de Chine, in-4°., 10 fr.
Après la publication de la 18°. livraison, les prix seront de 6 et 12 f.

ESSAI géologique sur l'Écosse, par A. BOUÉ ; 1 vol. in-8°., avec 2 cartes et 7 planches lithographiées. . . . . . . 8 f.

ESSAI sur la constitution géognostique des Pyrénées, par J. DE CHARPENTIER, directeur des mines du canton de Vaud ; ouvrage couronné par l'Institut royal de France ; 1 vol. in-8°., avec une planche et une carte géognostique des Pyrénées. . . . . 13 f.

GÉOGNOSIE des terrains tertiaires, ou Tableau des principaux animaux invertébrés des marins tertiaires du midi de la France ; par MARCEL DE SERRES ; 1 vol. in-8°. 7 f. 50 c.

LETTRES sur les révolutions du globe, par ALEX. BERTRAND
1 vol. in-18, 3e. édit. . . . . 4 f. 25 c.

MÉMOIRE sur les terrains de sédiment supérieurs calcaréo-trappéens du Vicentin, et sur quelques terrains d'Italie, de France, d'Allemagne, etc., qui peuvent se rapporter à la même époque, et qui présentent quelques particularités; par AL. BRONGNIART, 1 vol. in-4°., avec 6 pl. . 8 f.

MÉMOIRES pour servir à la description géologique des Pays-Bas de la France, et de quelques contrées voisines; par D'OMALIUS D'HALLOY; 1 vol. in-8°. . . . . 6 f.

MINÉRALOGIE appliquée aux arts, ou Histoire des minéraux qui sont employés dans l'agriculture, l'économie domestique, la médecine, la fabrication des sels, des combustibles et des métaux, l'architecture et la décoration, la peinture et le dessin, les arts mécaniques, la bijouterie et la joaillerie, ouvrage destiné aux artistes, fabricans et entrepreneurs; par C. P. BRARD; 3 forts volumes in-8°., avec 15 planches. . . . . 21 f.

RECHERCHES sur les ossemens fossiles du Puy-de-Dôme, par MM. CROIZET et JOBERT aîné; 2 vol. grand in-4°., et 15 livraisons de 5 planches au moins. Les neuf premières livraisons et le premier volume sont publiés. Sous presse, les 10e. et 11e. livraisons. Prix, 12 fr. 50 c. par volume; et 5 fr. par livraison.

TABLEAU des corps organisés fossiles, précédé de remarques sur les pétrifications, par M. DEFRANCE, membre de plusieurs sociétés savantes; in-8°. . . . . 3 f. 50 c.

TABLEAU des terrains qui composent l'écorce du globe, ou Essai sur la structure de la partie connue de la terre; par ALEX. BRONGNIART; in-8°., contenant un grand nombre de tableaux. . . . . 10 f.

TRAITÉ de Géognosie, ou Exposé des connaissances actuelles sur la constitution physique et minérale du globe terrestre; par J.-F. D'AUBUISSON DE VOISINS; 2e. édition, in-8°., tome 1er. . . . . 7 f.

Cette nouvelle édition aura trois volumes

IMPRIMERIE DE Mme. HUZARD (NÉE VALLAT LA CHAPELLE),
RUE DE L'ÉPERON, N°. 7.

D. *Grès des Vosges proprement dit.*

C *Couches inférieures de la formation du Grès des Vosges qui rappellent assez exactement le* rothe todte liegende.

B. *Terrain houiller.*

A. *Roches de transition.*

Puits de la mine de houille de Ronchamps

b b'

C

B

A

A

Gersweiler

C

C

de la Sarre

B

B

D. *Grès des Vosges proprement dit.*

C. *Couches inférieures peu solides de la formation du Grès des Vosges.*

B. *Terrain houiller.*

Gravé par Berthe.


Biblioteca Nazionale
V. E. III
NAPOLI

rons de la Marche

Mont
St Etienne
N
I
la
Marche
c
I
g
K
c
N
I
I

. de Bourbonne - les - Bains

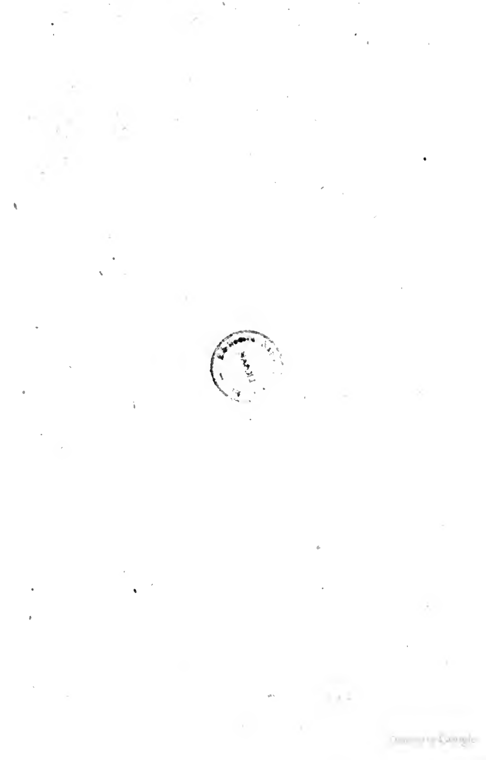
N
I
b
c
g
v
I
K
S. O

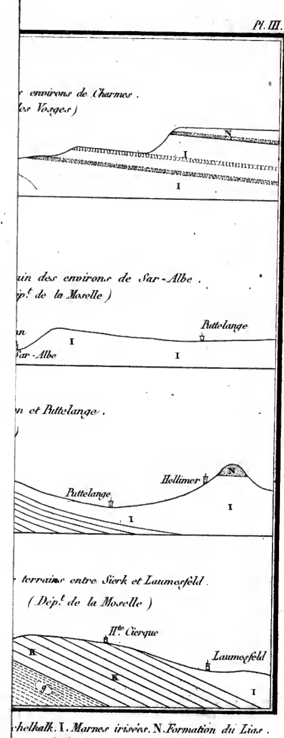
du Terrain à l'Ouest de
bonne - les - Bains

Saucurre
Andilly
N
N
p
N
I
I
I

Ann

Gravé par Berthe





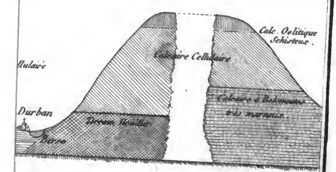
chelkalk. I. Marnes irisées. N. Formation du Lias.

Gravé par Berthe





'alcaire .



Terrain Houiller

Calcaire à Belemnites

Gypse

Calcaire Cellulaire

Beziers

rain Tertiaire

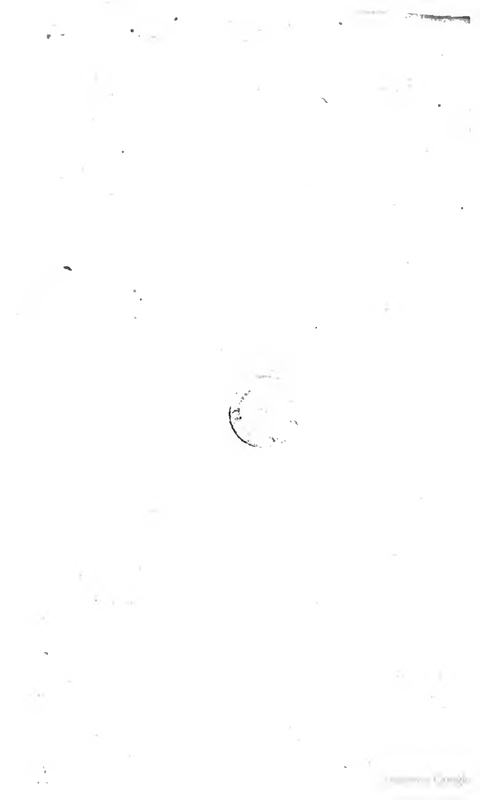
Molasse

ault)

Calcaire Schisteux Oolitique

Terrain Tertiaire (Molasse)

Gravé par Berthe .



...ches du grès houiller.
... Cellé.

Fig. 3.

Schiste houiller envelloppé de tout côté par le Porphire. près de Planiolles.

...nasses de Porphire. près de Planiolles.

Grès houiller.

Porphire.

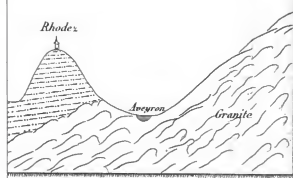
Grès bigarré.

S. Betta sc.

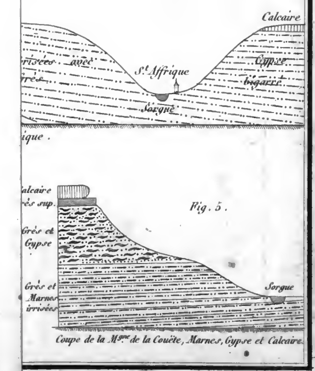

NAPOLI



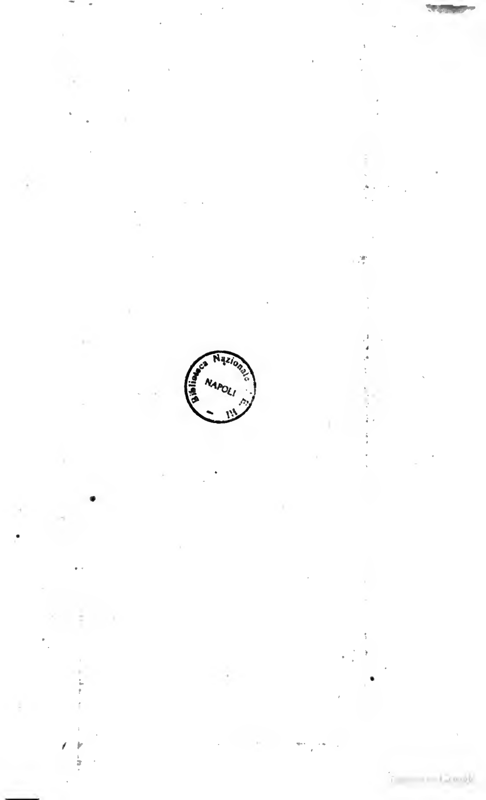


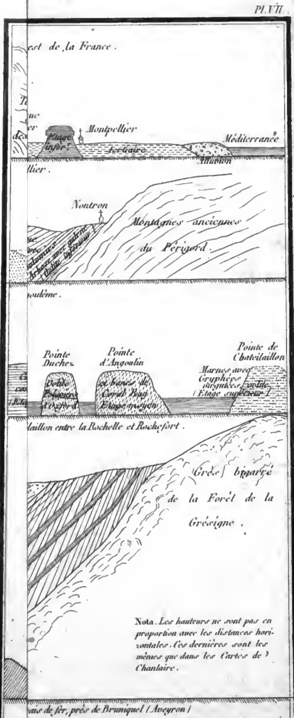


igarré, des Marnes irrisées et du Calcaire .

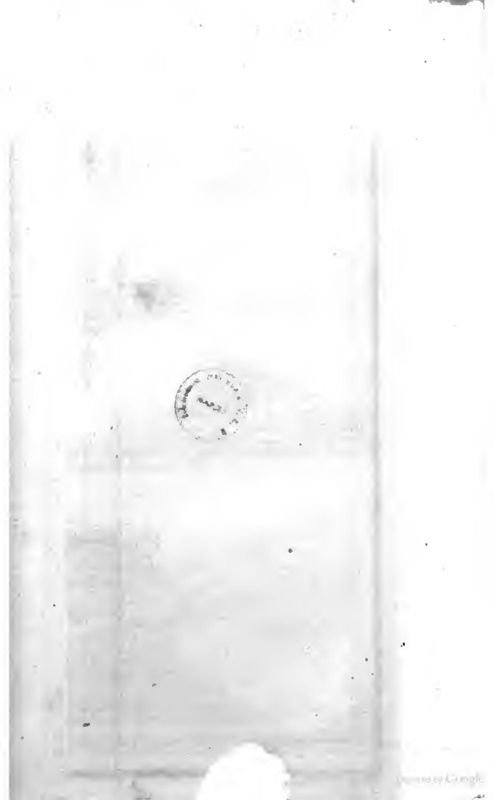


Coupe de la Mgne de la Couëte, Marnes, Gypse et Calcaire.





Nota. Les hauteurs ne sont pas en proportion avec les distances horizontales. Ces dernières sont les mêmes que dans les Cartes de Chanlaire.





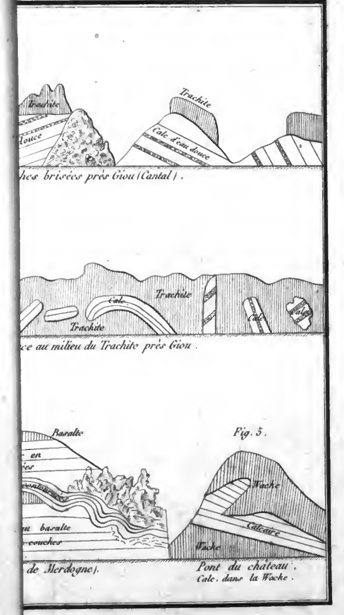
Gergovia prise du Puy de Corent.



Clermont prise de la Côte de Chanturgue.

Gravé par Berthe.




Trachite
Trachite
douce
Calc d'eau douce
hes brisées près Giou (Cantal).
Trachite
Calc.
Trachite
Calc.
Calc.
Trachite
ce au milieu du Trachite près Giou.
Basalte
en
u basalte
couches
de Merdogne).
Fig. 5.
Wacke
Calcaire
Wacke
Pont du château.
Calc. dans la Wacke.

